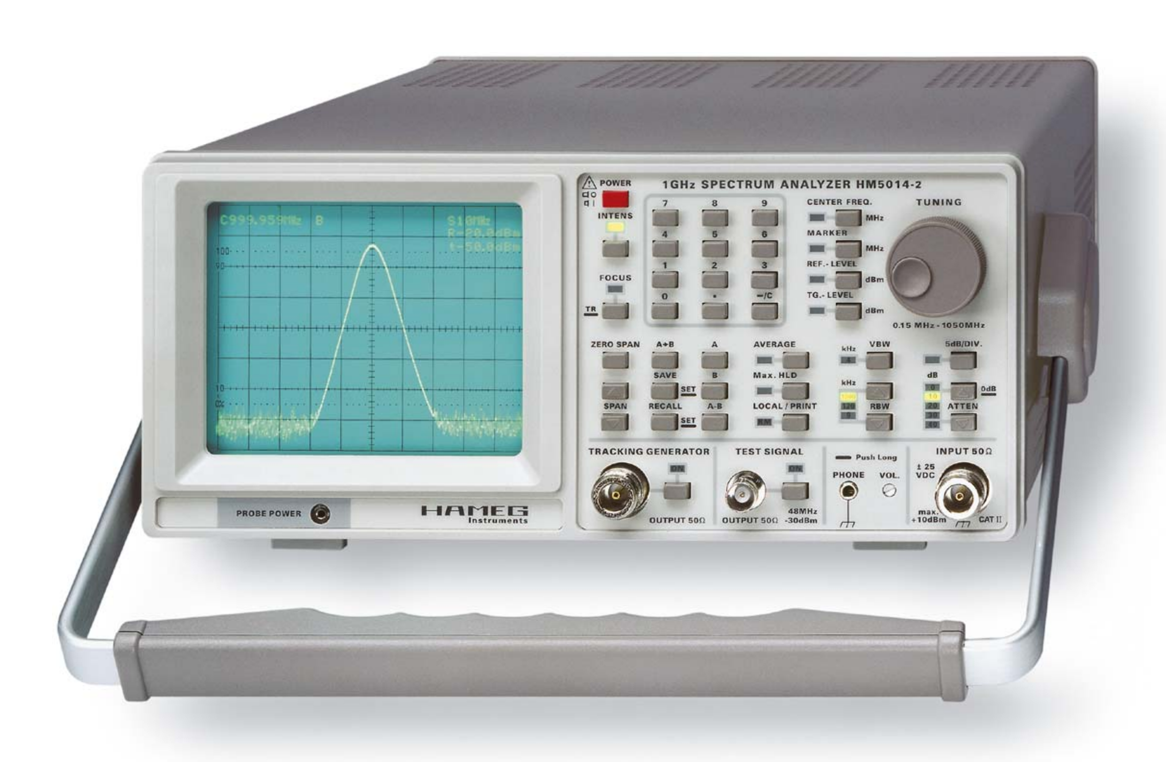


Spectrum Analyzer HM5012-2 / HM5014-2

Manuel / Manual

Français / Español





Hersteller HAMEG GmbH
Manufacturer Industriestraße 6
Fabricant D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE



Die HAMEG GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH déclare la conformite du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:
Spektrum-Analysator/
Spectrum Analyzer/
Analyseur de spectre

Typ / Type / Type: HM5012-2 / HM5014-2

mit / with / avec: –

Optionen / Options / Options: –

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations /
avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied /
Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité
EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)

Messkategorie / Measuring category / Catégorie de mesure: I

Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility /
Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission:
Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.

Störfestigkeit / Immunity / Immunité: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions /
Émissions de courant harmonique:
Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and
flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date
15. 07. 2004

Unterschrift / Signature /Signatur

Manuel Roth
Manager

Information générale concernant le marquage CE

Les instruments HAMEG répondent aux normes de la directive CEM. Le test de conformité fait par HAMEG répond aux normes génériques actuelles et aux normes des produits. Lorsque différentes valeurs limites sont applicables, HAMEG applique la norme la plus sévère. Pour l'émission, les limites concernant l'environnement domestique, commercial et industriel léger sont respectées. Pour l'immunité, les limites concernant l'environnement industriel sont respectées.
Les liaisons de mesures et de données de l'appareil ont une grande influence sur l'émission et l'immunité, et donc sur les limites acceptables. Pour différentes applications, les câbles de mesures et les câbles de données peuvent être différents. Lors des mesures, les précautions suivantes concernant émission et immunité doivent être observées.

1. Câbles de données

La connexion entre les instruments, leurs interfaces et les appareils externes (PC, imprimantes, etc...) doit être réalisée avec des câbles suffisamment blindés. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de données est de 3m. Lorsqu'une interface dispose de plusieurs connecteurs, un seul connecteur doit être branché.
Les interconnexions doivent avoir au moins un double blindage. En IEEE-488, les câbles HAMEG HZ72 qui possèdent un double blindage répondent à cette nécessité.

2. Câbles de signaux

Les cordons de mesure entre point de test et appareil doivent être aussi courts que possible. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de mesure est de 3m.
Les câbles de signaux doivent être blindés (câble coaxial - RG58/U). Une bonne liaison de masse est nécessaire. En liaison avec des générateurs de signaux, il faut utiliser des câbles à double blindage (RG223/U, RG214/U)

3. Influence sur les instruments de mesure

Même en prenant les plus grandes précautions, un champ électrique ou magnétique haute fréquence de niveau élevé a une influence sur les appareils, sans toutefois endommager l'appareil ou arrêter son fonctionnement. Dans ces conditions extrêmes, seuls de légers écarts par rapport aux caractéristiques de l'appareil peuvent être observés.

4. Tenue aux champs forts des oscilloscopes

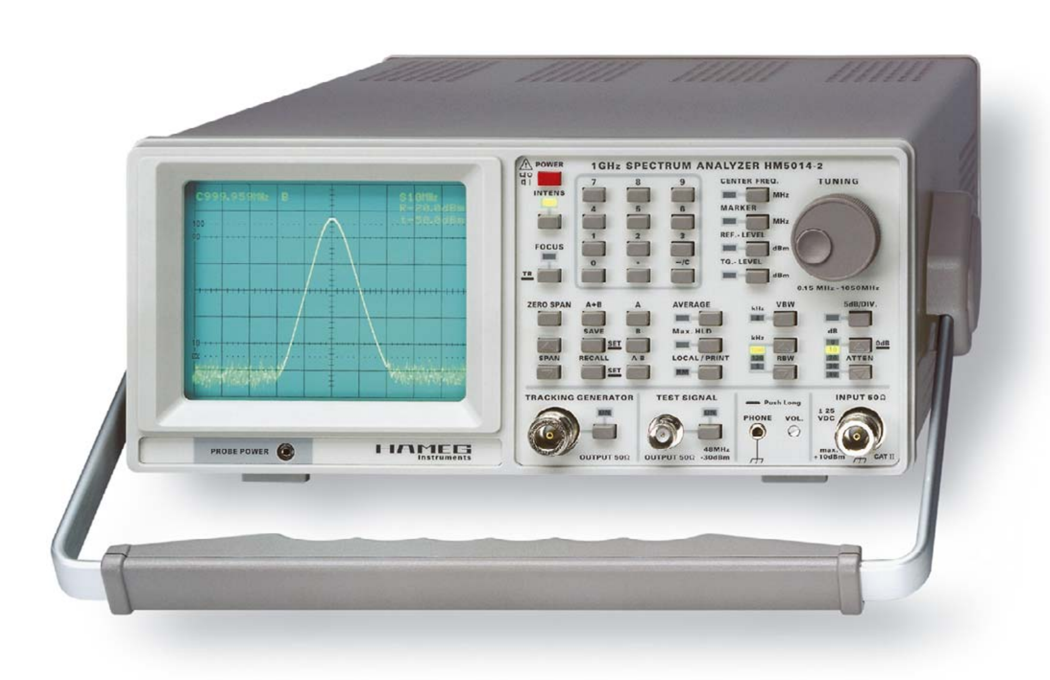
4.1 Champ HF électromagnétique
En présence de champs forts électriques ou magnétiques, il peut apparaître sur l'écran des superpositions de signaux dus à ces champs perturbateurs. Ceux-ci peuvent être introduits par le câble secteur ou, par les cordons de mesure ou de télécommande et/ou directement par rayonnement. Ces perturbations peuvent concerner aussi bien l'oscilloscope que les appareils qui génèrent les signaux à mesurer.
Le rayonnement direct dans l'oscilloscope peut se produire malgré le blindage du boîtier métallique par l'ouverture réalisée par l'écran. Comme la bande passante de chaque étage des amplificateurs de mesure est plus large que la bande passante de l'oscilloscope complet, il peut arriver que des perturbations, dont les fréquences sont nettement supérieures à la bande passante de l'oscilloscope, apparaissent à l'écran.

4.2 Transitoires rapides et décharges électrostatiques

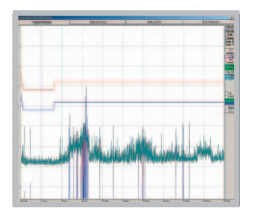
Il peut arriver que le déclenchement se déclenche, lorsque des transitoires rapides (burst) sont induits dans l'appareil, directement, ou par le câble secteur, ou par les cordons de mesure ou de télécommande.
Celui-ci peut également se déclencher par une décharge électrostatique induite directement ou indirectement dans l'appareil. Comme l'oscilloscope doit se déclencher dès la présence d'un faible signal (amplitude inférieure à 500µV), il n'est pas possible d'éviter que le déclenchement ne se produise dans de pareils cas (signaux supérieurs à 1kV).

HAMEG GmbH

Analyseur de spectre HM 5012-2 et HM 5014-2



Saisie de parasites liés aux câbles



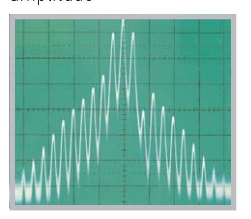
Gamme de fréquence continue de 150 kHz à 1050 MHz

Gamme d'amplitude de –100 dBm à +10 dBm; affichage à l'écran 80 dBm

Synthétisation numérique directe à synchronisation de phase (DDS)

Clavier pour des réglages précis et reproductibles de la fréquence

Signal HF modulé en amplitude

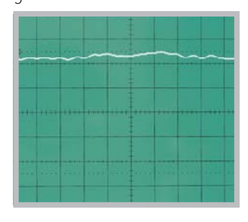


Oscillateur de référence à haute stabilité compensé en température

Bandes passantes de résolution: 9 kHz, 120 kHz, 1 MHz

Possibilité de commande à distance par interface RS-232

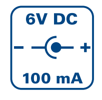
Réponse en fréquence d'un amplificateur utilisant le générateur suiveur

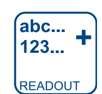


Uniquement avec le HM5012-2 : sortie de signal test

Uniquement avec le HM5014-2 : avec générateur suiveur

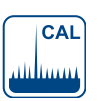












Analyseur de spectre HM5012-2 + HM5014-2
CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES
Température de référence: 23°C ±2°C

Fréquence	
Gamme de fréquence:	0.15 MHz à 1050 MHz
Stabilité:	±5 ppm
Vieillissement:	±1 ppm/an
Résolution d'affichage (Readout):	1 kHz (6½ Digit)
Gamme de fréquence centrale:	0 MHz - 1050 MHz
Générateur de fréquence:	TCXO avec DDS
Excursion:	Zéro span et 1 MHz à 1000 MHz en séquence 1-2-5
Marqueur:	
Résolution en fréquence:	1 KHz, 6½ Digits
Résolution en niveau:	0.4dB, 3½ Digits
Bande passante de résolution, RBW (6dB):	9 kHz, 120 kHz et 1 MHz
Filtre vidéo, VBW:	4 kHz
Durée de balayage (Sélection autom.):	40ms, 320ms, 1s*

Amplitude (en liason avec le marqueur) 150kHz - 1GHz	
Gamme de mesure:	–100dBm à +10dBm
Graduation:	10dB/div., 5dB/div.
Gamme d'affichage:	80dB (@ 10dB/div.) / 40dB (@ 5dB/div.)
Réponse en fréquence (Attn. @10dB , Zéro Span, RBW 1MHz, signal -20dBm):	±3dB
Affichage CRT, unité:	8 x10, logarithmique, dBm
Atténuateur d'entrée:	0 - 40 dB, par pas de 10 dB
Précision de l'atténuateur à 10dB:	±2 dB
Niveau d'entrée maximum (continu):	
Attenuation 40dB:	+20 dBm (0,1 W)
Attenuation 0dB:	+10 dBm
Tension continue max. admissible:	±25 V
Variation du niveau de référence:	–99.6 dBm à +10 dBm
Plage de réglage du niveau de référence (à 500 MHz, Attn. 10 dB, Zéro Span, RBW 1MHz):	±1dB
Moyenne minimal du niveau de bruit:	–100dBm (9kHz RBW)
Intermodulation (3ème ordre):	supérieur à 75dBc (2 signaux, –27 dBm chacun, distance de fréquence>3MHz)
Distorsion harmonique:	supérieur à 75dBc (2ème au niveau de référence -27dBm, ATTN 0dB, distance de fréquence>3MHz)
Erreur d'amplitude liée à la bande passante (RBW 1MHz, Zéro Span):	±1dB
Erreur de numérisation:	±1 Digit (0.4dB) @ 10dB/div. (mode Average)

Entrées / Sorties	
Entrée du signal:	prise N
Impédance d'entrée:	50 Ohm
Sortie générateur suiveur:	prise N (seulement HM5014-2)
Impédance de sortie:	50 Ohm
Calibrateur de sortie:	prise BNC
Impédance de sortie, fréquence, niveau:	50 Ohm, 48 MHz, –30 dBm ±2 dB
Tension d'alimentation des sondes:	6V (sondes de champ proche)
VSWR:	ATTN ≥10dB typ. 1.5 : 1
Sortie audio (écouteur):	prise jack ∅ 3.5 mm

Fonctions	
Pavé numérique:	Fréquence centrale, niveau de référence et du générateur suiveur
Codeur:	fréquence centrale, niveau de référence et marqueur
Détection Max-Hold:	Détection crête
Détection Quasi-Peak*:	Détection de la valeur Quasi-crête
Moyenne:	mesure de la valeur moyenne
SAVE/RECALL:	sauvegarde de la commande 10 configurations
Démodulateur AM:	pour écouteur
LOCAL:	suppression de la commande RS-232

Générateur suiveur (HM5014-2 seulement)	
Gamme de fréquence:	150 kHz à 1050 MHz
Niveau de sortie:	–50 dBm à +1 dBm
Réponse en fréquence:	
+1 dBm à –10 dBm	±3dB
–10,2 dBm à –50 dBm	±4dB
Pureté spectrale:	supérieure à 20 dBc

Divers	
Température de fonctionnement:	10 °C à 40 °C
Alimentation:	105 - 250 V~, 50 - 60 Hz
Consommation:	
HM 5012-2:	environ 30 W
HM 5014-2:	environ 35 W
Protection:	Classe I (IEC 1010-1/EN61010-1)
Dimensions (LxHxP):	285 x 125 x 380 mm
Coffret:	poignée béquille réglable
Poids:	environ 6kg
Couleur:	techno-brun

* seulement avec le logiciel AS100E

Accessoires fournis:
Manuel d'utilisation et logiciel sur CD-ROM, cordon secteur

Accessoires en option:
Interface optique HZ70, Antenne téléscopique HZ520, Limiteur de transitoires HZ560, Sondes de champ proche HZ530, Réseau fictif (RSIL) HM6050-2, Pont de mesure HZ541

Accessoires

HZ560 Limiteur de transitoires

Le limiteur de transitoires sert de protection pour les circuits d'entrées des analyseurs de spectre et des appareils de mesures.

Si un tel limiteur de transitoires n'est pas utilisé lors de mesures de parasites liés aux conductions provenant du réseau , alors le danger d'une destruction des étages d'entrée des appareils connectés est très grand. C'est pourquoi l'utilisation du limiteur de transitoires est fortement recommandé.



Caractéristiques techniques:	
Gamme de fréquence:	150 kHz à 30 MHz
Atténuation:	10 dB (+1,5 dB/–0,5 dB)
Niveau d'entrée max.:	+33 dBm (2 W moyenne)
Tension maximale:	±50 VDC
T.O.S. (VSWR):	<1,5
Connecteurs:	BNC (Entrée et Sortie)
Dimensions (L x H x P):	67 x 32 x 32 mm

Sondes de champ proche HZ 530

L'ensemble HZ530 consiste en 3 sondes actives pour le diagnostic CEM lors du développement de sous-ensembles ou d'appareils électroniques. Il comprend une sonde magnétique active (sonde de champ H), un monopôle actif de champ E et une sonde active de haute impédance. Ces sondes sont prévues pour un branchement à un analyseur de spectre, et possèdent pour cela une sortie coaxiale 50 Ohm. Les sondes ont une bande passante de 100 kHz à 1 GHz. Elles sont construites dans une technologie très moderne. Des FETs GaAs et des circuits intégrés micro-ondes (MMIC) fournissent un faible bruit, une haute amplification et une très bonne sensibilité. La connexion à un analyseur de spectre, à un récepteur de mesure, ou à un oscilloscope se fait à l'aide d'un câble coaxial de 1,5 mètres. Les préamplificateurs incorporés dans les sondes (environ 30 dB) épargnent l'utilisation d'appareils extérieurs, ce qui simplifie les manipulations.
Les sondes peuvent être alimentées soit par des piles ou accumulateurs soit à partir des analyseurs de spectre HAMEG HM5012-2/14-2. Leur forme profilée permet un accès facile au circuit à étudier. Avec un jeu de piles, la durée d'utilisation est de 30 heures environ. Le jeu complet de 3 sondes est présenté dans un beau coffret.

Sonde de champ H
La sonde de champ H délivre à l'analyseur de spectre un niveau proportionnel au champ magnétique radiofréquence. Avec elle peuvent être localisées de façon précise les sources d'émissions parasites dans un sous-ensemble électronique. Ceci s'explique par le fait, que les sous-ensembles électroniques modernes sont des générateurs parasites à faible impédance (faibles changements de tension pour des changements élevés de courant). Les perturbations émises commencent ainsi à leur origine par un champ magnétique important. Comme lors du passage du champ proche au champ lointain, le rapport du champ magnétique au champ électrique doit atteindre l'impédance d'onde de l'air 377 Ohm, le champ magnétique décroît d'abord en fonction du cube de la distance par rapport à la source d'émission. En doublant le champ se trouve réduit d'un huitième.

Dans l'utilisation pratique des sondes de champ magnétique, on observe une croissance rapide de la tension de sortie dès que l'on approche de la source de bruit. Pour des investigations sur une carte électronique, les sources d'émission sont immédiatement détectées. Cela est particulièrement visible avec des circuits intégrés. En utilisant la sonde avec un analyseur de spectre, on peut identifier facilement le maximum d'amplitude en fonction de la fréquence. En cours de développement (ou d'études), il est aisé de supprimer les composants ne répondant pas aux conditions de la CEM. On peut juger aussi correctement de l'effet des blindages. Cette sonde convient enfin pour localiser les "points chauds" sur les fils et les câbles.

Sonde Haute-Impédance
La sonde Haute-Impédance permet la recherche des émissions radiofréquence (RFI) sur le composant à tester ou sur les pistes du circuit imprimé. Cette sonde présente une très haute impédance (par rapport à la résistance d'isolement du circuit imprimé) et sa capacité d'entrée n'est que de 2pF (80 Ohm à 1GHz). Elle permet donc d'effectuer des mesures directes sur le circuit sans aucune influence entre les composants et la sonde.

On peut, par exemple, mesurer l'efficacité des filtres ou autres systèmes de protection. Les sources d'émission RFI peuvent être identifiées sur chaque broche des circuits intégrés. Sur un circuit imprimé, chaque problème peut être suivi et identifié individuellement. Avec cette sonde haute impédance, chaque point de test d'un circuit peut être connecté à l'entrée d'un analyseur de spectre.



Sonde monopôle champ E
Parmi les trois sondes, la sonde de champ électrique (monopôle) est celle qui a la plus grande sensibilité. Elle pourrait être utilisée comme antenne de réception radio ou télévision. Avec cette sonde, toutes les émissions d'un circuit ou d'un équipement peuvent être mesurées.
Par exemple, elle peut être utilisée pour déterminer l'efficacité des blindages. Ainsi, avec cette sonde toute l'efficacité des filtres et les tests de rayonnement des câbles sont facilement réalisés. De plus, cette sonde de champ E permet de comparer les performances par mesures relatives pour les tests de certification. Ainsi, il est possible de remédier et de supprimer les anomalies mesurées afin d'obtenir une préqualification positive. De plus ces test de préqualification sont suffisament performants pour aborder sans surprise la certification.

Caractéristiques techniques :
(Température de référence: 23°C ±2°C

Gamme de fréquence:	100 kHz à 1G Hz
Tension d'alimentation:	6 V à partir du HM5005-14 ou par piles*
Consommation:	10 à 24 mA
Dimensions des sondes:	195 x 40 x 19 mm (L x l x h)
Capot:	plastique (blindage électrique interne)
Liste du matériel:	valise de transport
	1 sonde de champ H
	1 sonde de champ E
	1 sonde haute impédance
	1 câble BNC (1,5m)
	1 câble d'alimentation
	1 Manuel d'utilisation

* Piles (4 LR06) non fournies

Pont de mesure VSWR 50 ohms HZ 541



Pont de mesure VSWR relié à l'analyseur de spectre HM 5014-2



Relier l'entrée IN à la sortie du générateur suiveur du HM 5014-2 (source de signal)

Relier la borne OUT du HZ 541 à l'entrée de l'analyseur de spectre HM5014-2



Dans le cas de l'utilisation **d'un analyseur de spectre d'un autre fabricant,** les adaptateurs sont remplacés par des câbles N (en option).

Comment déterminer le VSWR et le coefficient de réflexion

Le pont VSWR HZ541 permet la mesure du taux d'ondes stationnaires (VSWR=Voltage Standing Wave Ratio) et du coefficient de réflexion (REFLECTION COEFFICIENT) des objets à mesurer qui ont une impédance de 50 Ohms.
Les dispositifs typiques à mesurer sont par exemple des atténuateurs 50 ohms, résistances de charge, amplificateurs, câbles, mélangeurs, antennes, dispositifs sélectifs en fréquence. La gamme de fréquence est de 150 kHz à 1 GHz.

La mesure de perte d'insertion peut être évaluée à l'aide, par exemple, d'un générateur de signaux HF et d'un récepteur sur des fréquences discrètes. Dans le cas où il serait nécessaire d'étendre la mesure à des gammes de fréquence plus larges, il sera plus avantageux de choisir un analyseur de spectre avec générateur suiveur.

La perte d'insertion est déterminée par la différence des résultats de 2 mesures: la première mesure avec la borne DUT ouverte ou court-circuitée, c'est à dire disparité totale, la deuxième mesure avec le dispositif sous test relié à la borne de DUT. (DUT= Device Under Test)

Caractéristiques électriques	
Gamme de fréquence:	150kHz – 150MHz
Impédance:	50 ohms
Directivité :	
150 kHz – 300 kHz:	>28dB
300 kHz – 1050 MHz:	> 35dB
Adaptation à l'entrée DUT (Device Under Test):	> 20dB
Perte d'insertion	
IN à OUT:	20 dB (150 – 300kHz)
IN à OUT:	17 dB (300kHz – 1GHz)
IN à DUT :	1.7 dB
DUT à OUT :	16 dB
Puissance maximum:	+26dBm (=400mW)

Caractéristiques mécaniques	
Pont de mesure:	
Dimensions (L x P x H):	151.5 x 38 x 29.5 mm
Poids:	450 g
Gamme de température:	+10 .. +45°C
Connecteurs:	prise N
Coffret - (L x P x H):	265 x 255 x 50 mm
Poids total: (pont + coffret + accessoires)	950 g

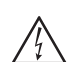
Accessoires fournis
1 charge 50 ohms, VSWR <1 : 1.05
1 connecteur N mâle
2 connecteurs N mâle – N mâle

Remarques importantes

Après le déballage, vérifiez l'absence de dégâts mécaniques et d'éléments détachés à l'intérieur de l'appareil. En cas de dommages liés au transport, le livreur doit en être informé immédiatement. L'appareil ne doit alors pas être mis en service.

Symboles portés sur l'appareil

 ATTENTION

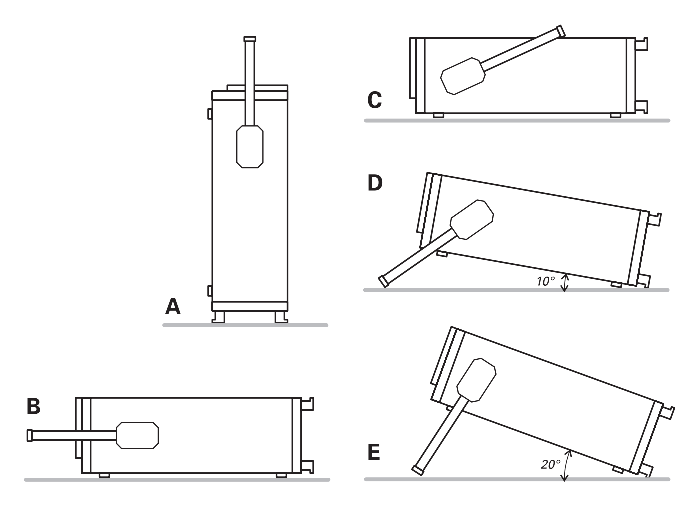
 Danger - Haute tension

 Masse

Mise en place de l'appareil

Pour l'observation optimale de l'écran l'appareil peut être installé dans trois positions différentes (C,D,E). En plaçant l'appareil en position verticale la poignée restera automatiquement dans cette position de transport (A).

Pour travailler en position horizontale, tourner la poignée et la mettre en contact avec le capot de l'analyseur de spectre (C). Lorsque la poignée est verrouillée en position (D), l'appareil est incliné à 10°, et en position (E) à 20°.



En partant de la position de l'appareil dans son carton, soulever la poignée; elle s'enclenchera automatiquement en position de transport horizontal de l'appareil (B).

Sécurité

Cet appareil a été construit et contrôlé selon la norme VDE0411 Sect.1 en ce qui concerne les appareil électriques de mesure, de commande, de régulation et de laboratoire et a quitté l'usine dans un état intact. Ainsi, cela correspond aussi à la norme européenne EN 61010-1 réciproquement à la norme IEC 1010-1. Ce manuel contient informations et mises en garde importantes que doit suivre l'utilisateur pour travailler et pour conserver l'appareil en conditions de sécurité. Le coffret, le châssis et tous les blindages des connecteurs de mesure sont reliés à la terre. L'appareil correspond aux dispositions de la classe de protection I (cordon d'alimentation 3 conducteurs dont un réservé à la terre). L'isolement entre les parties métalliques accessibles telles que capots, embases de prises et les deux connecteurs d'alimentation de l'appareil a été testé jusqu'à 2200V_{DC}. L'appareil doit être utilisé uniquement avec des prises secteur protégées conformément à la réglementation.

Le cordon secteur doit être branché avant la connexion des circuits de mesures. Pour des raisons de sécurité, il ne faut pas sectionner le connecteur de mise à la terre.

La plupart des tubes cathodiques génèrent des rayons Gamma. Cependant la quantité produite reste bien en dessous du seuil maximal tolérable (36pA/kg).

Lorsqu'il est à supposer qu'un fonctionnement sans danger n'est plus possible, l'appareil doit être débranché et protégé contre une mise en service non intentionnelle. Cette précaution est indispensable:

– lorsque l'appareil a des dommages visibles,
– lorsque l'appareil ne fonctionne plus,
– après un stockage prolongé dans des conditions défavorables (par ex. à l'extérieur ou dans des locaux humides),
– après des dégâts graves suite au transport (dans le cas d'emballage défectueux).

Conditions de fonctionnement

L'appareil est prévu pour des utilisations industrielles, domestiques et professionnelles.

Comme il a été remarqué auparavant, l'appareil doit être utilisé seulement avec des prises secteurs protégées conformément à la réglementation. Le cordon secteur doit être branché avant la connexion des circuits de mesures. Pour des raisons de sécurité, il ne faut pas sectionner le connecteur de mise à la terre.

Gamme de température ambiante admissible durant le fonctionnement: +10 °C...+40 °C. Gamme de température admissible durant le transport et le stockage: –40 °C et +70 °C.

Si pendant le transport ou le stockage il s'est formé de l'eau de condensation il faut prévoir un temps d'acclimatation d'env. 2 heures avant mise en route. L'appareil doit être utilisé dans des locaux propres et secs. Il ne peut donc être utilisé dans un air à teneur particulièrement élevée en poussière et humidité, en danger d'explosion ainsi qu'en influence chimique agressive. La position de fonctionnement de l'appareil peut être quelconque; cependant la circulation d'air (refroidissement par convection) doit rester libre.

Les trous d'aération ne doivent pas être recouverts.

Les données nominales avec des indications de tolérances sont valables après un temps de préchauffage d'au moins 20 minutes dans les conditions de températures ambiantes allant de 15 °C à 30°C. Les valeurs sans indication de tolérance servent d'indication et correspondent aux qualités d'un appareil moyen.

Garantie et Réperation

Les appareils HAMEG subissent un contrôle qualité très sévère. Avant de quitter la production, chaque appareil est soumis au «Burn-In-test» durant une période de 10 heures

en fonctionnement intermittent qui permet de détecter quasiment toute panne prématurée. Il subit ensuite un test de qualité.

Pour toute réclamation durant le délai de garantie (2 ans), veuillez vous adresser au revendeur chez lequel vous avez acquis votre produit HAMEG. Afin d'accélérer la procédure, des clients peuvent faire réparer leurs appareils sous garantie directement en Allemagne.

Nos conditions de garantie, que vous pouvez consulter sur notre site Internet, valent pour les réparations durant le délai de garantie. Après expiration de la garantie, le service clientèle HAMEG se tient à votre disposition pour toute réparation et changement de pièce.

Return Material Authorization (RMA):
Avant de nous expédier un appareil, veuillez demander par Internet ou fax un numéro RMA. Si vous ne disposez pas du carton d'emballage original ou approprié, vous pouvez en commander un en contactant le service de vente HAMEG (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E Mail: vertrieb@hameg.de)

Entretien

Diverses propriétés importantes de l'analyseur de spectre doivent être soigneusement revérifiées à certains intervalles. Ceci permet d'être assuré que tous les signaux sont représentés avec la précision indiquée dans les caractéristiques techniques.

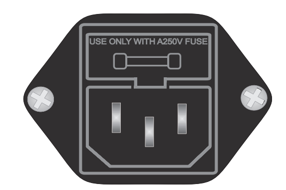
L'extérieur de l'appareil doit être nettoyé régulièrement avec un pinceau à poussière. La saleté résistante sur le coffret, la poignée, les parties en plastique et en aluminium peut être enlevée avec un chiffon humide (eau + 1% de détergent). Pour de la saleté grasse il est possible d'utiliser de l'alcool à brûler ou de la benzine. L'écran peut être nettoyé avec de l'eau ou de la benzine (mais pas avec de l'alcool ni avec un détachant). Il faut ensuite l'essuyer avec un chiffon propre, sec et non-pelucheux. En aucun cas le liquide de nettoyage ne doit passer dans l'appareil. L'application d'autres produits de nettoyage peut attaquer les surfaces peintes et en plastique.

Alimentation

L'appareil est livré pour être alimenté en 230V. La commutation en 115V s'effectue par le commutateur à l'arrière de l'appareil à l'aide d'un petit tourne vis dans la fente prévue à cet effet.
La modification du sélecteur de tension secteur ne doit être faite qu'après avoir retiré le cordon secteur.

Les caractéristiques des fusibles sont fonction de la tension secteur. La prise secteur et les fusibles forment un bloc accessible à l'arrière de d'appareil. Le fusible doit être extrait de son logement avec un tourne-vis de 2mm de large.
L'utilisation de fusibles bricolés ou le court-circuit du porte fusible n'est pas permis. HAMEG n'assume aucune responsabilité de quelque sorte que ce soit pour les dommages qui en résulteraient, et tout recours en garantie serait annulé.

Type du fusible:
taille 5x20mm, 0,8A, 250V;
il doit satisfaire aux spécifications IEC 127 feuille III (soit DIN 41 662 soit DIN 41 571, feuille 3).
Coupure: temporisée (T).



Introduction

L'analyseur de spectre HM5012-2/5014-2 réalise la visualisation Fréquentielle d'un signal dans la gamme de fréquence de 0,150 à 1050 MHz. Le signal à analyser doit être répétitif. Alors qu'un oscilloscope visualise une amplitude en fonction d'un temps, un analyseur de spectre visualise une amplitude en fonction d'une fréquence. Une raie isolée d'un analyseur de spectre est représentée par une sinusoïde sur un oscilloscope.

L'analyseur de spectre fonctionne suivant le principe d'un récepteur superhétérodyne. Le signal à étudier, (f_{in} compris entre 0,150 et 1050 MHz) est appliqué à un premier mélangeur où il est combiné au signal d'un oscillateur commandé en tension (f_{lo} compris entre 1350,7 MHz et 2400,7 MHz). Cet oscillateur est le premier oscillateur local. La différence entre cette fréquence et la fréquence d'entrée donne la première fréquence intermédiaire f_{if} (f_{lo} - f_{in} = f_{if}) qui passe à travers un filtre passe-bande accordé sur 1350,7 MHz. Le signal est ensuite amplifié et passe dans deux étages mélangeurs, oscillateurs et amplificateurs. La seconde fréquence intermédiaire est de 29,875 MHz et la troisième de 10,7 MHz. Au troisième étage de fréquence intermédiaire, le signal peut être traité par un filtre 1000 kHz, 120 kHz ou 9 kHz et transmis au démodulateur. La sortie logarithmique (signal vidéo) est réalisée soit directement, soit par un filtre passe-bas vers un autre amplificateur. La sortie de cet amplificateur est reliée aux plaques de déviation verticale du tube cathodique.

La déviation X est réalisée par un générateur de rampe. Cette tension peut être superposée à une tension continue qui permet la commande du premier oscillateur local, f_{lo}. L'analyseur de spectre balaye une gamme de fréquence qui dépend de l'amplitude de la rampe. Ce balayage est déterminé par le réglage d'échelle de fréquence. En mode ZERO SPAN, seule la tension continue commande le premier oscillateur local.

Instructions d'utilisation

Il est très important de lire les instructions relatives à la sécurité avant d'utiliser le HM5012-2/5014-2. L'utilisation du HM5012-2/5014-2 ne nécessite aucune compétence particulière. L'organisation de la face avant et la limitation des fonctions de base garantissent une utilisation efficace dès la mise sous tension. Néanmoins, pour utiliser l'appareil de façon optimale, certains principes de base doivent être respectés.

Le sous ensemble le plus sensible du HM5012-2/5014-2 est l'étage d'entrée de l'analyseur de spectre. Il comprend un atténuateur et un premier mélangeur. Sans atténuation, la tension d'entrée ne doit pas dépasser +10 dBm (0,7 V_{eff}) alternatif ou ±25 V continu. Avec une atténuation d'entrée de 40 dB, la tension alternative ne doit pas dépasser +20 dBm. Ces valeurs limites ne doivent pas être dépassées, dans le cas contraire, l'atténuateur d'entrée ou bien le premier mélangeur peut être détruit.

Avant l'examen d'un signal inconnu, vérifier l'absence de haute tension. Il est recommandé de commencer la mesure avec l'atténuation maximale et sur la gamme de balayage de fréquence la plus large (de 0,15 MHz à 1050 MHz). L'utilisateur doit également considérer que la possibilité de dépassement sort de la gamme de fréquence, même en l'absence d'affichage (par example 1200MHz).

La gamme de fréquence de 0 à 150KHz n'est pas couverte par l'analyseur de spectre HM5012-2/5014-2. Les raies dans cette zone du spectre apparaissent avec une amplitude incorrecte.

Il n'est pas nécessaire de régler l'intensité lumineuse sur une position élevée. A intensité moyenne, un signal au milieu du bruit, apparaît plus clairement. A intensité plus forte, le signal peut être occulté par l'hyper luminosité de l'écran et par l'augmentation de la largeur de la trace. Ainsi, il est préférable de travailler à intensité moyenne quel que soit le type du signal.

A cause du principe de conversion de fréquence, il apparaît une raie à 0Hz. Ce phénomène est dû à l'oscillateur local. Le niveau de cette raie est différent pour chaque instrument. Si l'amplitude de cette raie est inférieure à un écran, cela ne signifie pas que l'appareil est défectueux.

Affichage du signal de test

Ligne du niveau de référence

Ligne de la fréquence centrale

Mémoire A (échantillon), B ou A-B

Excursion (RO)

Niveau de référence (RO)

Niveau de sortie du générateur suiveur (RO)

Générateur suiveur activé (ON)

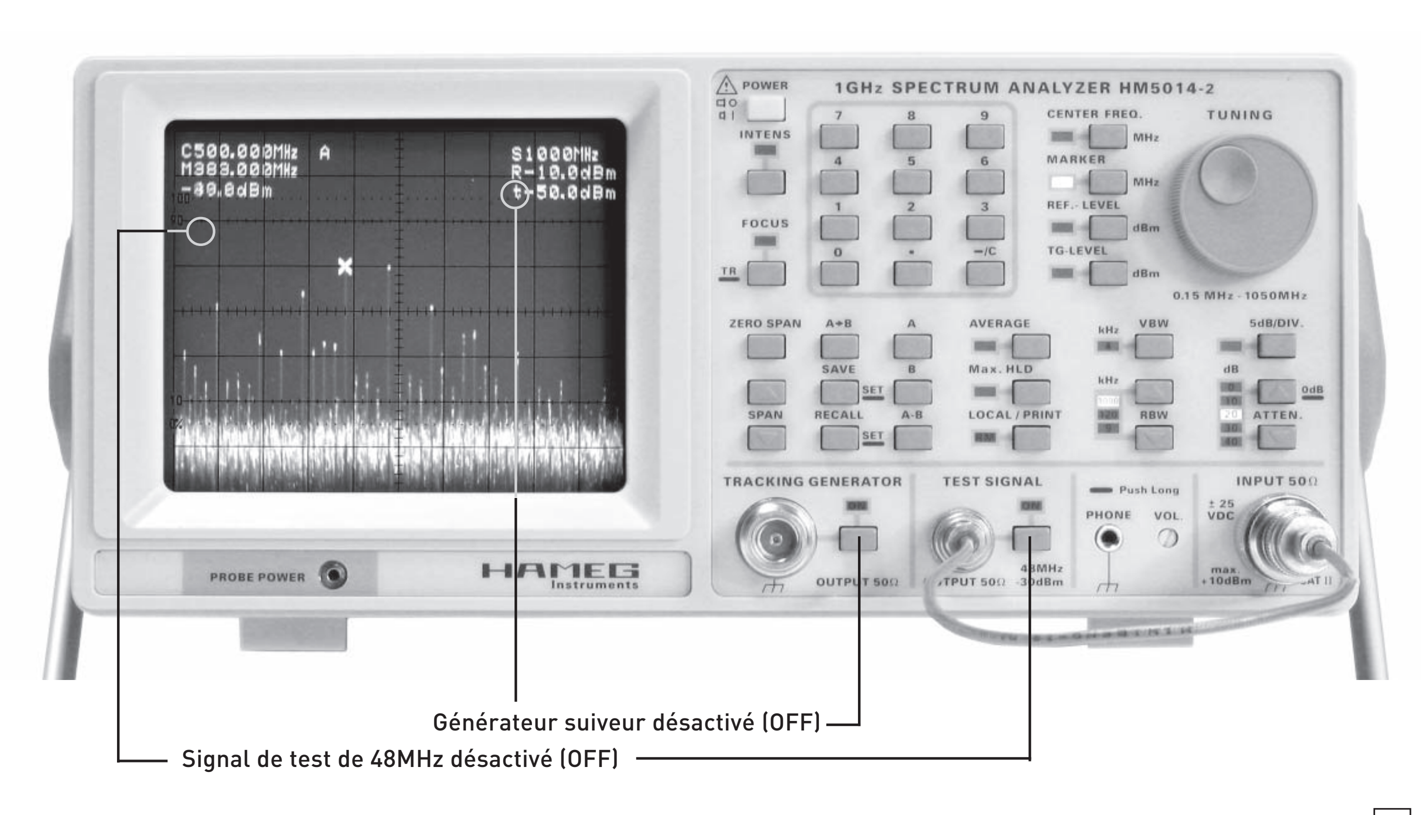
Signal de test de 48MHz activé (ON)

Niveau du curseur (RO)

Fréquence du curseur (RO)

Fréquence centrale (RO)

(RO) = Readout



Eléments de commande et Readout

① **POWER**
Interrupteur secteur et symboles correspondants pour les positions Marche (I) et Arrêt (0).
Après avoir amené (enfoncé) l'interrupteur secteur en position Marche, l'écran affiche après quelques secondes le logo HAMEG et ensuite la version du programme. La luminosité de ces indications est réglée à l'avance et ne peut être modifiée pour éviter qu'une luminosité (intensité) trop faible soit interprétée par erreur comme une défaillance de l'appareil.

Une fois le numéro de version du programme, si le réglage de la luminosité (intensité) de la trace est suffisant, les paramètres apparaissent en haut de l'écran et la ligne de base (bande de bruit) en bas.

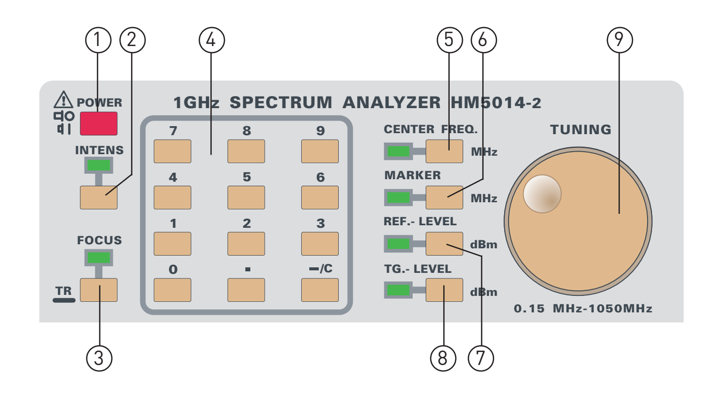
② **INTENS**
Touche avec LED associée. – Une brève pression sur cette touche allume la LED INTENS. Le bouton TUNING ⑨ permet ensuite de régler la luminosité (intensité) de la trace. Une rotation à droite augmente la luminosité, une rotation à gauche la réduit.
Une luminosité importante de la trace provoque une augmentation du diamètre du rayon et la trace devient moins nette. Ce phénomène se constate notamment au niveau des bords de l'écran, mais peut être corrigé dans une certaine mesure avec le réglage de l'astigmatisme FOCUS ③.
Il est donc déconseillé de régler une intensité (luminosité) plus forte que celle exigée par l'éclairage ambiant.

③ **FOCUS / TR**
Touche à double fonction et LED associée.

FOCUS
Une brève pression sur la touche active cette fonction et allume la LED au-dessus de la touche. Le bouton TUNING ⑨ permet alors de régler l'astigmatisme.
La netteté diminue lorsque la luminosité de la trace augmente, car celle-ci entraîne également une augmentation du diamètre du rayon. L'astigmatisme dépend de l'endroit de l'écran où vient frapper le rayon. Lorsque l'astigmatisme est réglé de manière optimale au centre de l'écran, il diminue à mesure que l'on s'en éloigne.
Une pression sur une autre touche de fonction (2, 5, 6, 7 ou 8) désactive cette fonction et éteint la LED.

TR
Une pression prolongée sur cette touche fait basculer l'affichage du spectre et des paramètres à un rectangle comportant une ligne médiane horizontale et verticale et le message TRACE-ROTATION (Rotation de la trace). Aucune LED n'est alors allumée dans la zone de commande et le bouton TUNING ⑨ permet de faire pivoter le rectangle autour de son centre.

Régler la position du rectangle de manière à amener la ligne médiane horizontale parallèlement à la ligne intérieure de la grille et compenser ainsi l'influence du champ magnétique terrestre sur la déviation du faisceau. Tout changement de position de l'appareil par rapport au champ magnétique terrestre impose généralement de retoucher ce réglage, et ce malgré le blindage en mumétal du tube cathodique. Une faible distorsion en coussin demeure inévitable, mais n'affecte pas la précision de la mesure.



Lorsque la correction est terminée, désactiver cette fonction par une brève pression sur la touche FOCUS / TR ou sur une autre des touches associées à une LED de la zone de commande du haut.

④ **Pavé numérique**
Le pavé numérique comprend les touches numériques de 0 à 9, une touche de point décimal et une touche de signe ou de correction (–/C).

Les touches numériques permettent de saisir la fréquence centrale FREQUENCY, le niveau de référence REF.-LEVEL et, sur le HM5014-2, le niveau de sortie du TRACKING GENERATOR (générateur suiveur) TG-LEVEL. Ces paramètres peuvent cependant également être réglés avec le bouton TUNING ⑨.

Le réglage de la fréquence du curseur MARKER est seulement possible avec le bouton TUNING ⑨. Lorsque la LED MARKER est allumée, toute pression sur les touches numériques émet un signal sonore d'alerte.

Il faut activer la fonction correspondante avant de pouvoir en saisir la valeur. Ainsi, la LED REF.LEVEL, par exemple, doit être allumée pour pouvoir modifier le niveau de référence. Saisir ensuite le niveau souhaité (le cas échéant avec un signe négatif). La fonction courante (par exemple REF.LEV: dBm sous laquelle apparaît la valeur saisie au clavier s'affiche sous la fréquence centrale (Center Frequency) qui se trouve en haut à gauche dans le Readout lors de la saisie du signe (sauf en mode FREQUENCY) ou du premier chiffre.

Lorsque la saisie est terminée, une nouvelle pression sur la touche de fonction correspondante (par exemple REF.-LEVEL) valide la nouvelle valeur, sous réserve qu'elle corresponde aux spécifications et aux limites de la plage. Dans le cas contraire le message RANGE? s'affiche.

Une éventuelle erreur de saisie peut être corrigée par une brève pression sur la touche -/C suivie de la saisie du chiffre correct. Une pression prolongée sur la touche -/C efface toute la saisie et fait disparaître l'indicateur de fonction du Readout.

⑤ **CENTER FREQ.**
Touche avec LED associée. – Une brève pression sur cette touche allume la LED CENTER FREQ. (fréquence centrale). Le réglage de la fréquence centrale peut ensuite être effectué à l'aide des touches numériques ④ ou du bouton TUNING ⑨. La valeur est affichée en haut à gauche de l'écran par le Readout (par ex. ‚C:054.968 MHz').

Toute valeur de la fréquence centrale saisie avec les touches du pavé numérique doit être validée par une nouvelle pression sur la touche CENTER FREQ.

Le signal correspondant à la fréquence centrale est affiché au centre de l'écran lorsque la mesure porte sur une plage de fréquences, c'est à dire lorsque la mesure est effectuée avec une excursion différente de zéro.

⑥ **MARKER**

Touche avec LED associée. – Une pression sur cette touche active le curseur, allume la LED MARKER et superpose un »X« au spectre affiché. Le Readout affiche la fréquence du curseur (par exemple ‚M086.749 MHz') en haut à gauche sous la fréquence centrale et, sous celle-ci, le niveau du signal sur lequel se trouve le curseur (par ex. ‚–35.2 dBm').

La fréquence et le niveau indiqués par le curseur se rapportent à la position actuelle du symbole de celui-ci »x«. Le bouton TUNING ⑨ permet de le déplacer vers la gauche et la droite en suivant le signal.
Le pavé numérique ④ est hors ervice lorsque le curseur est activé.

Lorsque la touche ZERO SPAN ㉔ est enfoncée, le curseur ⑥ reste immobile à l'écran et tout déplacement vers la droite ou la gauche est impossible, car inutile parce qu'une excursion nulle ne permet de mesurer qu'une seule fréquence.

⑦ **REF.-LEVEL**

Touche avec LED associée. – Une pression sur cette touche allume la LED REF.-LEVEL. Le réglage du niveau de référence peut ensuite être effectué à l'aide des touches numériques ④ ou du bouton TUNING ⑨. Il est affiché en haut à droite dans la deuxième ligne du Readout (par ex. ‚R34.8 dBm').

Le niveau de référence REF.-LEVEL peut être réglé de manière à simplifier la lecture. Le réglage du niveau de référence ne modifie en rien la sensibilité.

Lorsque la BANDE DE BRUIT se trouve sur le bord inférieur de l'écran, il est alors seulement possible de réduire le niveau de référence avec les touches numériques ou le bouton TUNING ⑨, pas de l'augmenter. La BANDE DE BRUIT se décale en même temps vers le haut, ce qui réduit la plage dynamique de l'affichage.

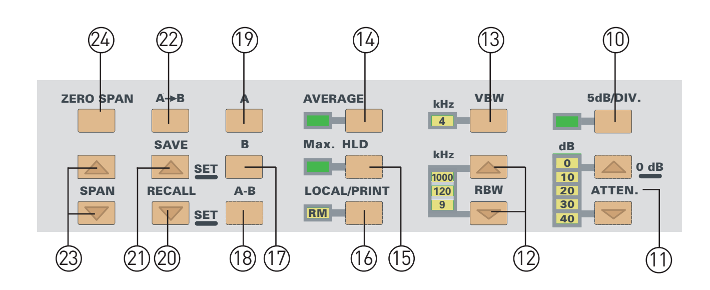
La bande de bruit devient invisible lorsqu'elle se trouve sur le bord inférieur de l'écran et que la graduation verticale est de 5 dB/Div. ⑩. Il est possible de la faire réapparaître en réduisant le niveau de référence de 40 dB (par exemple de –30 dBm à –70 dBm).

⑧ **TG.-LEVEL**

Touche avec LED associée (HM5014-2 seulement) – Lorsque la LED TG.-LEVEL est allumée, il est possible de régler le niveau de sortie du générateur suiveur à une valeur comprise entre –50 dBm et +1 dBm avec les touches numériques ④ ou le bouton TUNING ⑨. Le niveau réglé est affiché par le Readout en haut à droite sous la forme ‚txxxdBm' ou ‚TxxxdBm', 't' indiquant ici que la sortie du générateur suiveur est désactivée et 'T' qu'elle est activée.

⑨ **TUNING**

Bouton. – Le bouton TUNING permet de modifier les valeurs de la fréquence centrale, du curseur, du niveau de



référence ou du niveau du générateur suiveur, suivant la LED allumée à côté de la touche de fonction correspondante.

⑩ **5dB/DIV.**

Touche avec LED associée. – Une pression sur cette touche fait passer la graduation verticale de 10 dB/Div. (LED éteinte) à 5 dB/Div. (LED allumée) et inversement. Cela ne modifie pas le niveau de référence.
La plage d'affichage en position 5 dB/Div., n'est que de 40 dB au lieu des 80 dB habituels.

Remarque:
Le bruit peut »disparaître« de l'écran en position 5 dB/Div., mais il peut être ramené dans la zone visible en modifiant le niveau de référence ⑦.

⑪ **ATTN.**

Touches et LED associées. – Chaque pression de courte durée sur l'une des 2 touches de réglage de l'atténuateur d'entrée modifie la valeur de 10 dB.
L'amplitude de signal maximale (dBm) pouvant être représentée dépend de l'atténuateur d'entrée (dB): –20 dBm en position 10 dB, –10 dBm en position 20 dB, 0 dBm en position 30 dB et +10 dBm en position 40 dB.
L'amplitude maximale pouvant être représentée en position 0 dB est de –30 dBm, mais celle-ci ne doit être utilisée qu'en cas d'absolue nécessité.

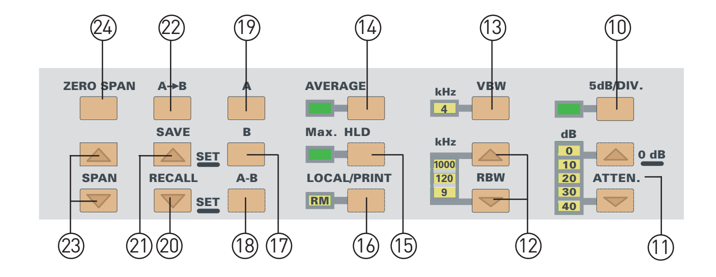
Soyez prudent:
Du fait de la sensibilité particulière de l'étage d'entrée, la position 0dB ne peut être activée qu'avec une pression prolongée sur la touche à partir de la position 10dB. Cette sécurité a pour but d'éviter une activation involontaire du calibre 0dB.

Il convient ici d'attirer encore une nouvelle fois votre attention sur le fait qu'il ne faut pas dépasser la tension d'entrée maximale admissible. Cette précaution est très importante dans le cas d'un analyseur de spectre, car du fait de son principe d'affichage, seule une portion du signal réellement appliqué est représentée et un niveau trop élevé aux fréquences en-dehors de la plage de mesure peut entraîner une destruction des étages d'entrée.

⑫ **RBW**

Touches et LED associées. – Ces touches permettent de sélectionner l'une des trois bandes passantes de l'amplificateur de fréquence intermédiaire. La bande passante sélectionnée est indiquée par la LED correspondante. Lors de la mesure d'un signal, les filtres de l'amplificateur FI sont plus ou moins sollicités, suivant le niveau du signal, et entraînent, sauf en position ZERO SPAN, l'affichage de la courbe du filtre FI avec une déviation dans le sens vertical qui dépend du niveau du signal.

La bande passante FI (RBW = Resolution Bandwidth (bande passante de résolution)) détermine si l'analyseur de



spectre est en mesure de représenter individuellement deux signaux sinusoïdaux dont les fréquences ne sont espacées que de quelques kilohertz et, si oui, quel est leur niveau de qualité. Deux signaux sinusoïdaux de même niveau et dont l'écart en fréquence est de 40 kHz, par exemple, peuvent ainsi encore très bien être inter-prétés comme deux signaux différents avec une bande passante de filtrage de 9 kHz. Mesurés avec une bande passante de 120 kHz ou de 1 MHz, ces deux signaux seraient affichés comme s'il s'agissait d'un signal unique.

Une bande passante de résolution faible permet d'afficher plus de détails du spectre des fréquences, mais entraîne également un temps de réponse plus élevé du filtre. Si l'excursion était trop grande ou si le temps était insuffisant pour une excursion, l'analyseur de spectre augmente alors automatiquement le temps pendant lequel a lieu l'excursion et accorde ainsi au filtre plus de temps pour réagir. Mais cela entraîne également une baisse du taux de rafraîchissement de la mesure.

Lorsque le taux de rafraîchissement de la mesure le plus faible est atteint, le niveau d'affichage des signaux devient insuffisant et l'appareil affiche »uncal«. Il faut alors réduire l'excursion de mesure avec SPAN (par exemple 1 MHz au lieu de 2 MHz). La bande passante peut encore être réduite en activant le filtre vidéo de 4 kHz. Une bande passante plus faible réduit le bruit et augmente la sensibilité d'entrée. En passant d'une bande passante de 1000 kHz à 9 kHz, ce phénomène se constate par une baisse de l'amplitude du bruit et son décalage vers le bord inférieur de l'écran.

⑬ VBW

Touche avec LED 4 kHz associée. – Le filtre vidéo (VBW = Videobandwidth / bande passante vidéo) permet de pondérer et ainsi de réduire les composantes de bruit. Le filtre vidéo (filtre passe-bas) peut être utilisé lors de la mesure de signaux de faible niveau dont l'amplitude est du même ordre de grandeur que celle du bruit. Cette fonction permet, dans certaines circonstances, de détecter des signaux encore plus faibles dissimulés dans le bruit.

Remarque:

Il faut tenir compte du fait qu'une plage de fréquence (excursion) trop grande lorsque le filtre vidéo est activé peut donner lieu à des valeurs d'amplitude erronées (trop faibles). Le message d'alerte »uncal« s'affiche avant que cela se produise, il faut alors réduire l'excursion SPAN. Pour ce faire, il faut commencer par amener le signal examiné au centre de l'écran via le réglage de la fréquence centrale CENTER FREQ. et ensuite réduire l'excursion SPAN.

Si vous réduisez l'excursion sans avoir préalablement amené le signal qui vous intéresse approximativement au centre de l'écran, celui-ci risque de se retrouver en-dehors de la plage de mesure et ne sera alors pas affiché.

Il faut éviter d'utiliser le filtre vidéo en présence de signaux impulsionnels afin d'éviter les erreurs de mesure (temps de réponse).

⑭ AVERAGE

Touche avec LED associée. – Une brève pression sur cette touche active ou désactive la fonction AVERAGE et allume ou éteint la LED associée. La LED allumée indique non seulement que la fonction AVERAGE est activée, mais aussi la fonction Max. HLD ⑮. De même, lorsque la fonction Max. HLD ⑮ est activée, la fonction AVERAGE l'est aussi en arrière-plan ce qui permet de basculer directement de l'une à l'autre sans temps mort.

La fonction AVERAGE calcule et affiche une moyenne arithmétique des valeurs des résultats des mesures précédentes et de la mesure courante. La nouvelle valeur moyenne est recalculée à partir du dernier calcul effectué et de la mesure courante. Elle est ensuite affichée.

L'activation de la fonction AVERAGE verrouille les autres fonctions qui ne peuvent alors plus être modifiées. Un signal sonore est émis si vous essayez de les invoquer.

Lors d'une pression sur la touche, lorsque la LED AVERAGE est allumée, la LED s'éteint et le résultat du calcul de la moyenne disparaît.

⑮ Max. HLD

Touche avec LED associée. – Une pression sur cette touche active ou désactive la fonction Max. HLD et allume ou éteint la LED associée. La LED allumée indique non seulement que la fonction Max. HLD est activée, mais aussi la fonction AVERAGE ⑭. De même, lorsque la fonction AVERAGE est activée, la fonction Max. HLD est elle aussi active en arrière-plan, ce qui permet de basculer directement de l'une à l'autre sans temps mort pour le conditionnement du signal.

La fonction Max.Hold permet de mémoriser automatiquement le niveau de signal maximum détecté par l'appareil. L'affichage du résultat de la mesure n'est rafraîchi que si la nouvelle valeur détectée est supérieure à la valeur maximale acquise jusqu'à présent. Cette fonction permet ainsi de réaliser une mesure fiable des valeurs de crête et des signaux HF impulsionnels. En présence de signaux impulsionnels, il faut dans tous les cas attendre que la valeur affichée reste inchangée avant de relever le résultat de la mesure.
Les valeurs mesurées inférieures aux valeurs précédentes ne sont pas affichées.

Remarque:

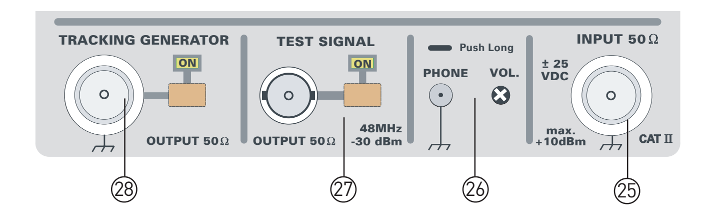
En présence de signaux impulsionnels, il faut travailler avec une excursion SPAN la plus petite possible, une bande passante RBW la plus large possible et il faut désactiver le filtre vidéo VBW afin que le temps de réponse du filtre soit le plus court possible.
Lorsque la Max. HLD est allumée et que vous appuyez sur la touche Max. HLD, la LED s'éteint et la valeur maximale disparaît.

⑯ LOCAL/PRINT

Touche à double fonction et LED RM associée.

Fonction LOCAL

Le mode commande à distance (Remote) peut être activé ou désactivé par le biais de l'interface série. Lorsque le mode commande à distance est activé, la LED RM s'allume



et tous les éléments de commande autres que la touche LOCAL/PRINT sont sans effet. Une pression sur la touche LOCAL/PRINT permet de passer du mode commande à distance au mode »local«, les éléments de commande redeviennent alors opérationnels.

Fonction PRINT
Si la LED RM est éteinte (mode local), une pression sur cette touche permet alors d'imprimer une documentation du spectre affiché sur l'imprimante raccordée au PC. Les conditions suivantes doivent être remplies à cet effet:

1. L'interface série de l'analyseur de spectre doit être reliée à l'interface série d'un PC (port COM).
2. Le logiciel fourni doit être installé sur le PC est y être exécuté et la configuration du port COM doit correspondre à la liaison existante.

⑰ **B**
Touche. – Après avoir appuyé sur la touche »B«, seul le spectre qui se trouve dans la mémoire »B« s'affiche encore et le Readout indique la lettre »B«. Le contenu de la mémoire »B« étant perdu en éteignant l'appareil, celle-ci ne peut être activée que si un spectre y a été mémorisé à l'aide de la fonction »A ➔ B« depuis la dernière mise sous tension de l'analyseur de spectre, sinon un signal sonore de défaut est émis. Le Readout affiche alors la lettre »B«.

⑱ **A – B**
Touche. – Cette fonction ne peut être invoquée que si la mémoire »B« contient un spectre. Le contenu de la mémoire »B« est alors soustrait du spectre »A« et le résultat est affiché à l'écran. La fonction »A – B« apparaît alors en haut à gauche dans le Readout.
Cette fonction permet de mieux identifier les variations de niveau, de fréquence et de forme du signal qui ont eu lieu depuis la mémorisation du spectre »B«.
L'activation de la fonction »A – B« modifie automatiquement le niveau de référence pour permettre une meilleure lisibilité. Une correction manuelle du niveau de référence peut annuler la modification automatique.

⑲ **A**
Touche. – L'analyseur de spectre comporte 2 mémoires désignées par »A« et »B«. Le spectre actuellement présent à l'entrée INPUT de l'analyseur de spectre est enregistré dans la mémoire »A«.

En appuyant sur la touche »A«, seul le spectre actuellement appliqué est enregistré dans la mémoire, relu immédiatement puis affiché à l'écran. Le Readout affiche alors la lettre »A«.

⑳ **RECALL / SET**
Touce à double fonction

Remarque: La fonction RECALL ne peut pas être invoquée tant que les fonctions AVERAGE ou MAX. HLD sont activées. Un signal sonore vous informe de cette situation.

RECALL: Cette fonction charge l'une des 10 configurations de l'appareil depuis la mémoire et permet ainsi de rétablir rapidement et en toute fiabilité les configurations les plus fréquemment utilisées.

Pression brève: Une brève pression sur cette touche active la fonction et affiche, par exemple, RECALL9 en haut à droite de l'écran. Tant que RECALL... est affiché (pendant 2 secondes environ), une brève pression sur la touche RECALL ou SAVE ㉑ permet de sélectionner le numéro de la mémoire entre 0 et 9. Une pression sur SAVE ou RECALL prolonge le temps d'affichage du numéro de mémoire.

Pression prolongée: Une pression prolongée n'a d'effet que si elle est précédée d'une pression brève qui a donné lieu à l'affichage d'un numéro de mémoire!

Tant qu'un numéro de mémoire est affiché, une pression prolongée sur cette touche permet de mémoriser les paramètres de configuration en face avant. Cette opération est confirmée par un signal sonore (2 bips).

Interruption de la fonction: Si la touche a été actionnée par mégarde, il suffite d'attendre 3 secondes environ, après quoi la fonction RECALL est automatiquement désactivée.

㉑ **SAVE / SET**
Touche à double fonction

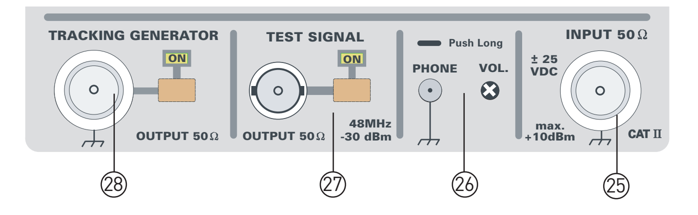
Remarque: La fonction SAVE ne peut pas être invoquée tant que les fonctions AVERAGE ou MAX. HLD sont activées. Un signal sonore vous informe de cette situation.

SAVE: Cette fonction sert à mémoriser jusqu'à 10 configurations de l'appareil depuis la mémoire et permet ainsi de rétablir rapidement et en toute fiabilité les configurations les plus fréquemment utilisées. La configuration mémorisée est conservée même après extinction de l'appareil.

Pression brève: Une brève pression sur cette touche active la fonction et affiche, par exemple, SAVE 5 en haut à droite de l'écran. Tant que SAVE... est affiché (pendant 2 secondes environ), une brève pression sur la touche SAVE ou RECALL ⑳ permet de sélectionner le numéro de la mémoire entre 0 et 9. Une pression sur SAVE ou RECALL prolonge le temps d'affichage du numéro de mémoire.

Pression prolongée: Une pression prolongée n'a d'effet que si elle est précédée d'une pression brève qui a donné lieu à l'affichage d'un numéro de mémoire! Tant qu'un numéro de mémoire est affiché, une pression prolongée sur cette touche permet d'activer les paramètres de configuration mémorisés sous ce numéro. Cette opération est confirmée par un signal sonore (2 bips).
Interruption de la fonction: Si la touche a été actionnée par mégarde, il suffit d'attendre 3 secondes environ, après quoi la fonction SAVE est automatiquement désactivée.

㉒ **A➔B**
Si la lettre »A« est affichée en haut à gauche de l'écran, seul le spectre (actuellement) appliqué à l'entrée INPUT de l'analyseur de spectre est alors représenté. Le spectre présent sous la forme d'un signal analogique est numérisé dans l'appareil, enregistré dans la mémoire »A« et ensuite représenté à l'écran sous forme analogique.
Une pression sur la touche »A➔B« copie le contenu actuel de la mémoire »A« vers la mémoire »B« et bascule simul-



tanément sur la mémoire »B«. La lettre »B« apparaît alors en haut à gauche et le spectre de la mémoire »A« est remplacé par celui de la mémoire »B«.
Après avoir transféré le signal courant de »A« vers »B«, vous pouvez appuyer sur la touche »A« ⑲ pour rétablir l'affichage de »A« (signal courant) ou sur la touche »A – B« ⑱ pour afficher la différence entre le signal courant et celui mémorisé dans »B«.
Le signal mémorisé dans »B« est perdu en éteignant l'analyseur de spectre.

㉓ SPAN
Touches – Ces touches permettent d'augmenter (touche du haut) ou de réduire (touche du bas) l'excursion en fréquence (plage de mesure) entre 1 MHz et 1000 MHz par pas de 1-2-5. Combinée avec la fréquence centrale FREQUENCY ⑤, l'excursion détermine la fréquence de début (bord gauche de l'écran) et la fréquence de fin (bord droit de l'écran).

Exemple: avec une fréquence centrale de 300 MHz et une excursion de 500 MHz, la mesure est effectuée de 50 MHz (300 MHz – SPAN/2) à 550 MHz (300 MHz + SPAN/2).

Remarque: L'appareil est programmé pour optimiser le temps de vobulation en fonction de l'excursion, de la résolution (RBW) et du filtre vidéo (VBW). S'il est impossible de le réduire d'avantage, »uncal« s'affiche dans le Readout pour signaler que les amplitudes affichées ne sont pas exactes.

㉔ ZERO SPAN
Touche. – La touche ZERO SPAN (excursion nulle) permet d'activer ou de désactiver la fonction du même nom. La désactivation de cette fonction rétablit l'excursion initiale. Lorsque la fonction ZERO SPAN est activée, le Readout affiche ZERO-SP en haut à droite. L'analyseur fonctionne alors comme un mesureur sélectif de niveau, ce qui veut dire que la mesure n'est effectuée qu'à la fréquence réglée avec CENTER FREQ. ⑤ et non sur la plage définie par l'excursion SPAN.
La fonction ZERO SPAN peut également être désactivée en appuyant sur l'une des deux touches SPAN ㉓.

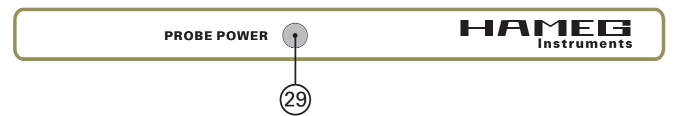
㉕ INPUT 50 Ω
Prise N. – Entrée 50 Ω de l'analyseur de spectre. Il ne faut pas dépasser ±25 V_{CC} ou +10 dBm à l'entrée en l'absence d'atténuation du signal. Le niveau maximum admissible avec l'atténuation maximale du signal d'entrée (40 dB) et de +20 dBm. Ces valeurs limites ne doivent pas être dépassées. La borne externe de la prise N est reliée au châssis et ainsi à la terre.

㉖ PHONE
Prise avec bouton de réglage VOL. – La prise PHONE est destinée au branchement d'un écouteur ayant une impédance ≥8 ohms et équipé d'une fiche jack de 3,5 mm. Le bouton VOL. permet de régler le volume sonore à l'aide d'un tournevis.
Le signal délivré sur cette prise provient d'un démodulateur AM et permet, par exemple, d'identifier plus facilement un parasite lors des pré-études de CEM. Lorsqu'une antenne est raccordée à l'entrée de l'analyseur de spectre, la fonction ZERO SPAN permet de s'accorder sur un émetteur unique. Il faut ici tenir compte des dispositions légales du pays dans lequel est effectuée cette manipulation.

㉗ TEST SIGNAL
Prise BNC avec touché et LED associée. – Cette prise BNC délivre un signal à large bande contenant de nombreux spectres, même quand la LED est éteinte. Ce signal peut être injecté directement à l'entrée de l'analyseur de spectre à l'aide d'un câble de 50 ohms et utilisé pour vérifier le bon fonctionnement de celui-ci.
Lorsque la sortie est activée (touche enfoncée), un signal de 48 MHz à un niveau d'environ –30 dBm est superposé au signal à large bande en sortie. Voir aussi »Affichage du signal de test« !

㉘ TRACKING GENERATOR
Prise N et touche OUPTUT avec LED ON (HM5014-2 seulement). – Le générateur suiveur est désactivé à chaque mise sous tension de l'appareil afin de protéger le périphérique qui est raccordé à sa sortie. La désactivation est indiquée par un »t« minuscule dans le Readout. Une pression sur la touche OUTPUT active le générateur suiveur. Le Readout affiche alors un »T« majuscule avant le niveau et la diode ON au-dessus de la touche s'allume. Une nouvelle pression sur la touche OUTPUT désactive le générateur suiveur.

Le signal de sortie sinusoïdal est disponible sur la prise N avec une impédance source de 50 ohms. La fréquence du signal sinusoïdal est toujours égale à la FRÉQUENCE D'ENTRÉE de l'analyseur de spectre, ce qui veut dire qu'il s'agit d'un générateur suiveur.



㉙ PROBE POWER
La prise jack PROBE POWER de 2,5 mm de diamètre est exclusivement destinée à alimenter la sonde de champ proche HZ 530. Elle fournit une tension continue de +6 V sur sa borne centrale, et sa borne extérieure est reliée à la masse de mesure (terre). Elle peut délivrer un courant maximum de 100 mA.

Premières mesures

Paramètres: Avant d'appliquer un signal inconnu à l'entrée, il faut vérifier si celui-ci ne contient pas de composante continue ayant une amplitude supérieure à ±25 V et si son amplitude maximale est inférieure à +10 dBm.

ATTN. (atténuation d'entrée): Par précaution, il est recommandé de régler l'atténuateur d'entrée sur 40 dB (la LED 40 dB s'allume) avant d'appliquer le signal pour éviter une surcharge de l'étage d'entrée.

Réglage de la fréquence: Régler une fréquence centrale de 500 MHz (C500MHz) et sélectionner une excursion de 1000 MHz (S1000MHz).

Graduation verticale: La graduation verticale doit être de 10 dB/Div. pour pouvoir disposer de la plage d'affichage la plus grande et la LED 5dB/DIV. ne doit pas être allumée.

RBW (bande passante de résolution): Pour commencer une mesure, il convient d'activer le filtre 1000 kHz et de désactiver le filtre vidéo (VBW).

Si aucun signal ne peut être détecté avec ces paramètres et seule la ligne de base (bande de bruit) est visible, vous pouvez alors réduire progressivement l'atténuation d'entrée pour permettre l'affichage de signaux plus faibles. Si la ligne de base (bande de bruit) se décale alors vers le haut, il existe vraisemblablement une ligne spectrale à forte amplitude qui se trouve en-dehors de la plage de fréquences.

L'atténuation d'entrée doit être choisie en fonction de l'amplitude maximale présente à l'entrée de mesure, c'est à dire pas en mode Zero Peak. Le résultat optimal est obtenu lorsque l'amplitude maximale du signal (plage de fréquences 0 Hz – 1000 MHz) atteint la ligne supérieure de la graduation (ligne de référence) sans toutefois la dépasser. En cas de dépassement, il faut sélectionner une atténuation d'entrée supérieure ou rajouter un atténuateur externe ayant une atténuation et une puissance appropriées.

Les mesures FULL-SPAN (S1000MHz) ne servent généralement qu'à obtenir une vue d'ensemble du spectre. Une analyse précise n'est possible qu'après avoir réduit l'excursion. Pour ce faire, il faut commencer par amener le signal examiné au centre de l'écran en réglant la fréquence centrale (CENTER FREQ.) et ensuite réduire l'excursion (SPAN).

Vous pouvez ensuite réduire la bande passante de résolution (RBW) et activer le filtre vidéo si nécessaire. L'apparition du message " uncal " signale vraisemblablement une erreur de mesure.

Lecture des valeurs mesurées:
Le curseur représente le moyen le plus simple pour lire la valeur numérique des grandeurs mesurées. Pour ce faire, activez la fonction MARKER (la LED s'allume) puis amenez le curseur sur la partie du signal qui vous intéresse et lisez les valeurs affichées de la fréquence et du niveau à l'endroit du curseur. Le niveau de référence (REF.LEVEL) et l'atténuation d'entrée (ATTN) sont automatiquement pris en compte lors de l'affichage du niveau.

Si vous voulez relever une valeur sans utiliser le curseur, commencez par déterminer l'écart en dB entre la ligne supérieure de la grille, qui correspond au niveau de référence affiché par le Readout (R....dBm), et la crête du signal. N'oubliez pas que la graduation peut être de 5 dB/Div. ou de 10 dB/Div. Le niveau du signal de 48 MHz représenté à la page »Affichage du signal de test« se trouve à environ 2,2 divisions sous la ligne de référence de –10 dBm.
Avec une graduation de 10 dB/Div., 2,2 divisons cocorrespondent à une valeur de 22 dB. Le niveau du signal est ainsi de –10 dBm - (22 dB) = –32 dBm.

Introduction à l'analyse spectrale

L'analyse des signaux électriques est un problème fondamental pour de nombreux ingénieurs et chercheurs. Même si le problème immédiat n'est pas de nature électrique, les grandeurs à analyser sont souvent transformées en signaux électriques par des capteurs. Les capteurs courants sont les accéléromètres et des jauges de contraintes, des électrodes d'électroencéphalogramme et des sondes de pression sanguine en biologie et médecine et des pH-mètres et sondes de conductivité en chimie. La transformation de grandeurs physiques en grandeurs électriques présente un grand avantage, car il existe de nombreux appareils permettant l'analyse des signaux électriques dans les domaines temporel et fréquentiel.

La méthode traditionnelle d'observation des signaux électriques consiste à les visualiser dans le domaine des temps, et ceci à l'aide d'un oscilloscope en mode Yt. C'est-à-dire que les informations sont représentées selon l'amplitude du signal en fonction du temps. Cependant cela ne suffit pas pour caractériser tous les signaux, comme par exemple, la représentation d'une forme de signal composé de différentes parties sinusoïdales. Avec un oscilloscope, seule la somme de toutes ces parties est visible et il est impossible de les afficher de manière isolée.

L'analyse de Fourier permet de prouver que des fonctions périodiques se décomposent en une somme de fonctions périodiques harmoniques. Ainsi, une fonction du temps quelconque peut être représentée, dans le domaine fréquentiel, par une fonction spectrale caractéristique. Ces informations sont calculées à l'aide d'un analyseur de spectre. Il permet une représentation du signal en amplitude en fonction de la fréquence (Yf). Ainsi sont affichées les composantes spectrales et leur amplitude isolément.

La haute sensibilité d'entrée et la grande dynamique des analyseurs de spectre permettent l'analyse de signaux qui ne sont pas représentables avec un oscilloscope. Il se comporte de façon semblable en prouvant la présence de distorsions des signaux sinusoïdaux, et d'une faible modulation d'amplitude. Il permet également des mesures dans la plage des modulations AM et FM, comme les mesures de porteuse, fréquence de modulation, et degré de modulation. De même, le convertisseur de fréquence concernant l'affaiblissement de transmission et les distorsions peuvent être facilement caractérisés.

Un autre utilisation des analyseurs de spectre, qui sont munis de générateurs suiveurs, sont des mesures effectuées sur des quadripôles, comme par exemple, des mesures de réponses en fréquence d'un filtre ou d'un amplificateur.

Types d'analyseurs de spectre

Il existe essentiellement deux types d'analyseurs de spectre : les analyseurs à balayage et les analyseurs temps réel. Les analyseurs temps réel d'après la transformation discrète de Fourier consistent en un montage parallèle d'une multitude d'indicateurs sélectifs de fréquence. Lors de l'affichage, les fréquences discrètes peuvent être divisées en autant de nombre qu'il y a de filtres. La limite de la rentabilité est en partie vite atteinte d'après le nombre et la qualité des filtres.

La plupart des analyseurs de spectre modernes fonctionnent d'après le principe superhétérodyne. Principe selon lequel la fréquence centrale d'un filtre passe-bande est réglable sur la plage de fréquence souhaitée. Un détecteur produit la déviation verticale sur le tube cathodique et un générateur déterminable pourvoit la synchronisation de la fréquence centrale du filtre et la déviation horizontale. Ce principe est simple, relativement peu coûteux, et présente de gros inconvénients en ce qui concerne la résolution et la sensibilité ; entre autre en ce qui concerne la bande passante non constante du filtre correspondant.

Le type d'analyseur de spectre le plus couramment utilisé se différencie en ce que, pour la sélection, un filtre passe-bande est utilisé avec une fréquence centrale fixe. Il laisse passer chacun des points de la fonction à analyser pour lesquels finp(t) = fLO(t) ± fFI. Les inconvénients du système avec filtre à bande passante réglable sont contournés grâce à la réalisation d'une fréquence intermédiaire fixe.

La plage de fréquence utilisable et la sensibilité limite d'un analyseur de spectre dépendent en grande partie de la conception et de la réalisation technique de l'étage de l'entrée. La partie d'entrée HF est déterminée par les composants de l'atténuateur d'entrée, du filtre d'entrée, du mélangeur, et de l'oscillateur local (LO).

Le signal à analyser parvient au filtre d'entrée au travers d'un atténuateur d'entrée (atténuation par pas de 10dB). Ce filtre réalise plusieurs fonctions : il empêche dans une certaine proportion la réception multiple d'un signal, la réception directe de la fréquence intermédiaire et diminue la rétroactivité de l'oscilloscope sur l'entrée. Le mélangeur de l'entrée et l'oscillateur local (premier LO) sont responsables de l'adaptation du signal d'entrée. Le mélangeur fixe la caractéristique d'amplitude en fonction de la fréquence et les propriétés dynamiques de l'appareil.

L'analyseur travaille en principe comme un récepteur à bande étroite adaptée électroniquement. L'adaptation de fréquence s'effectue via l'oscillateur local, dont le signal parvient au premier étage mélangeur. L'ensemble du spectre disponible à l'entrée de l'analyseur (spectre d'entrée) parvient également au premier étage mélangeur. En sortie du mélangeur sont présents les signaux suivant :

1. Le signal (fLO) du premier oscillateur local (1er LO), dont la fréquence doit toujours se situer à 1350,7MHz au-dessus de la fréquence d'entrée désirée. La fréquence du premier oscillateur local pour 0 kHz est par conséquent de 1350,7 MHz (0 kHz + 1350,7 MHz). Pour 150 kHz elle doit être de 1350,85 MHz (1350,7 MHz + 150 kHz) et de 2400,7 MHz pour 1350 MHz (1350,7 MHz + 1350 MHz).

2. Le spectre d'entrée (finp), présent à l'entrée de l'analyseur et qui parvient au mélangeur d'entrée via l'atténuateur d'entrée (plage de mesure spécifiée : 150 kHz jusqu'à 1050 MHz).

3. La somme du 1er LO (fLO) et de la totalité du spectre d'entrée (finp). Pour une fréquence mesurée de 150 kHz, la fréquence du 1er LO est de 1350,85 MHz ; La somme est alors de 1351 MHz. Pour une fréquence de 1050 MHz, la fréquence du 1er LO est 2400,7 MHz et la somme est de 3450,7 MHz.

4. La différence du 1er LO et de la totalité du spectre d'entrée (finp). Pour 150 kHz, la fréquence du 1er LO est de 1350,85 MHz, ce qui fait une différence de 1350,7 MHz. Dans le cas d'une fréquence de 1050 MHz, la différence est à nouveau de 1350,7 MHz.

Après le premier étage mélangeur, les signaux décrits précédemment parviennent à un filtre passe-bande (filtre FI) dont la fréquence moyenne est de 1350,7 MHz. En dehors d'une exception, seule la différence traverse le filtre FI et est traitée par la suite. L'exception étant le signal du 1er LO qui est de 1350,7 MHz si la fréquence est 0 kHz.

Remarque: Le signal 0Hz produit par le 1er LO est inévitable et peut gêner lors de mesures avec une bande passante de résolution (RBW)dans la plage 150 kHz – 2,5 MHz env.. Avec une bande passante de résolution plus faible de tels effets sont évités.

Selon si le SPAN est utilisé ou non, les conditions suivantes apparaissent:
En mode Zero-Span, le 1er LO produit une fréquence fixe, qui doit être 1350,7 MHz plus élevée que la fréquence d'entrée à analyser. L'analyseur n'affiche alors que la fréquence d'entrée souhaitée et certaine fréquences qui, selon la bande passante de résolution (RBW), parviennent au filtre FI.

Si le Zero-Span n'est pas utilisé, une plage de fréquence, dont l'étendue dépend du réglage du Span, est affichée. Si la fréquence centrale est de 500 MHz et le Span de 1000 MHz (full-Span) alors la mesure débute – affichage sur le bord gauche de l'écran – à 0 kHz et finit – affichage sur le bord droit de l'écran – à 1000 MHz. Lors de ce réglage, la fréquence du 1er LO s'élève linéairement dans le temps de 1350,7 MHz à 2400,7 MHz, jusqu'à ce qu'un nouveau balayage ait lieu et cela recommence.

Entre la plage de fréquence à analyser (réglage du Span) et la bande passante de résolution (RBW), il existe des relations physiques qui peuvent produire des affichages de niveau de signal trop faible. De telles erreurs se produisent quand le temps de mesure ne satisfait pas aux exigences du temps de montée nécessaire du filtre vidéo ou FI. Avec l'affichage UNCAL. de telles conditions sont signalées.

Exigences en matière d'analyseurs de spectre

Les différents terrains d'action des analyseurs de spectre exigent de ces appareils de multiples propriétés, qui s'excluent l'une l'autre ou se résument par une importante dépense. Le domaine d'utilisation de ces appareils se situe là où la précision et la résolution temporelle ainsi que la faible dynamique de l'oscilloscope ne suffisent plus.

Ainsi, une plage de fréquence élevée, des exigences de filtre entre une représentation à bande extrêmement étroite et « full-Span » ainsi qu'une une haute sensibilité d'entrée ne sont pas en absolue contradiction. Ils permettent de réaliser ensemble, avec une grande précision, une forte stabilité, une réponse en fréquence aussi droite que possible et un faible facteur de distorsion à moindre coût.

Mesure de fréquence

Les analyseurs de spectre permettent des mesures de fréquence en mode Span et Zero-Span. En mode SPAN la totalité de la plage de fréquence utilisable avec le « full-Span » (SPAN :1000 MHz) peut être observé et la fréquence du signal définie de manière grossière. Ensuite cette fréquence peut être fixée en tant que CENTER FREQ. et la représentation du signal effectuée avec un faible SPAN.

Plus le SPAN et la bande passante de résolution (RBW) sont petits, plus grande est la précision de mesure de la fréquence, étant donné que la précision de l'affichage et du MARKER augmentent (RBW).

En mode « Zero-Span » et pour une bande passante de résolution plus petite, il suffit de régler le signal, qui est affiché comme une ligne horizontale constante, avec le réglage CENTER FREQ. sur le niveau maximal et de lire la fréquence. Ainsi l'analyseur fonctionne comme un récepteur syntonisé sur une fréquence discrète avec une bande passante sélectionnable.

Stabilité

Il est important, que l'analyseur de spectre possède une plus grande stabilité en fréquence que le signal à analyser. Cette stabilité dépend de celle du 1er LO. On différencie une stabilité à long terme et une stabilité à court terme. Une mesure pour la stabilité à court terme est la mesure de modulation FM résiduelle. Les bandes latérales de bruit sont une mesure pour la pureté spectrale du 1er LO et jouent également un rôle dans la stabilité à court terme d'un analyseur de spectre. Elles sont caractérisées par une atténuation en dB et un écart en Hz, relatifs au signal à analyser dans une bande passante de filtre fixée.

La stabilité à long terme d'un analyseur de spectre est fixée la plupart du temps par la dérive en fréquence de l'oscillateur local (LO). C'est une mesure de la variation de fréquence au cours d'une période déterminée.

Résolution

Avant que la fréquence d'un signal ne puisse être mesurée avec un analyseur de spectre, ce signal doit être déterminé et résolu. La résolution signifie qu'il doit être différencié du signal adjacent dans le spectre à étudier. Cette possibilité est une condition nécessaire dans beaucoup d'applications avec l'analyseur de spectre, et est déterminée principalement, conjointement à d'autres facteurs, par une bande passante FI plus petite.

Les paramètres essentiels pour la séparation de deux lignes spectrales adjacentes ayant des amplitudes inégales sont la bande passante et la pente du filtre FI. La bande passante est la fréquence pour laquelle le niveau du signal chute de 3dB. Le rapport de la bande passante à 60dB sur la bande passante à 3dB est appelé facteur de forme du filtre. Plus ce facteur est faible, plus l'analyseur est capable de distinguer des signaux rapprochés.

Si, par exemple, le facteur de forme d'un filtre dans un analyseur de spectre est de 15, alors deux signaux dont les amplitudes diffèrent de 60dB doivent se différencier d'au moins un facteur 7,5 fois la bande passante du filtre FI pour pouvoir être distingués. Dans le cas contraire, ils apparaissent à l'écran comme un signal unique.

L'aptitude d'un analyseur de spectre à distinguer des signaux rapprochés d'amplitude inégale ne dépend pas seulement du facteur de forme du filtre. De même la dissociabilité est influencée par la modulation FM résiduelle et la pureté spectrale de l'oscillateur interne. Celles-ci produisent des bandes latérales de bruit, et détériorent la résolution. Les bandes latérales de bruit apparaissent au-dessus de la bande du filtre et détériorent le taux de réjection hors de la bande du filtre.

Si la plus petite bande passante FI est, par exemple, de 9 kHz, alors le plus petit intervalle pour séparer 2 lignes spectrales l'une de l'autre, est de 9 kHz. Car l'analyseur de spectre modélise sa propre courbe du filtre FI quand il détecte un signal à l'intérieur du spectre. Etant donné que la résolution est déterminée par la bande passant du filtre FI, on serait tenté de croire qu'il suffirait de réduire indéfiniment la bande passante du filtre pour obtenir une résolution infinie. Or, la bande passante utilisable du filtre FI est limitée par la stabilité de l'analyseur de spectre (modulation de fréquence résiduelle). C'est-à-dire que si l'excursion de fréquence interne est de 9 kHz, alors la bande passante la plus étroite qui peut être utilisée pour distinguer un signal de 9 kHz, est aussi de 9 kHz. Une bande passante plus étroite afficherait dans ce cas plusieurs lignes spectrales ou seulement en partie. De plus, il existe une restriction pratique pour des bandes passantes plus étroites : la vitesse de balayage par rapport à la bande passante du filtre choisie. Plus la bande passante du filtre est étroite, plus la vitesse de balayage doit être faible, du fait des constantes de temps longues des filtres étroits.

Si la vitesse de balayage est choisi trop grande, alors la représentation en amplitude du spectre sera incorrecte. En général, les lignes spectrales isolées sont représentées avec de faibles amplitudes. De cette façon, les limites pratiques sont posées pour des bandes passantes de filtre plus petites.

Bruits

La sensibilité caractérise la capacité des analyseurs de spectre à mesurer des petits signaux. La sensibilité maximale est limitée par le bruit propre. On différencie principalement 2 types de bruit : les bruits thermiques et les bruits athermiques. Les bruits thermiques sont décrits par la formule $PN = K \times T \times B$.

Avec:
PN = Puissance du bruit en Watt
K = Constante de Boltzmann ($1{,}38 \times 10^{-23}$ Joule/K)
T = Température absolue (K)

B = Bande passante du système en Hz
Cette équation montre que l'importance du bruit est directement proportionnelle à la bande passante. Il en résulte qu'une diminution de la bande passante du filtre d'une décade baisse le bruit en principe de 10 dB, ce qui entraîne une augmentation de la sensibilité du système de 10 dB.

Toutes les autres sources de bruit d'un analyseur sont considérées comme athermiques. Rayonnements radio-électriques indésirables, distorsions en raisons de caractéristiques non linéaires, ajustements de défauts sont des sources de bruits athermiques. Par qualité de la transmission ou quantité de bruit, on entend normalement les sources de bruits athermiques, auxquels est ajouté le bruit thermique, afin d'obtenir la quantité totale de bruit du système. Ce bruit, visible aussi à l'écran, fixe la sensibilité d'un analyseur de spectre.

Comme le niveau du bruit varie en fonction de la bande passante, il est indispensable de se référencer à la même bande passante du filtre pour comparer la sensibilité de deux analyseurs de spectre. Les analyseurs de spectre sont vobulés sur une large bande de fréquence mais sont en fait des instruments de mesure à bande étroite. Tous les signaux, qui se situent dans la plage de fréquence de l'analyseur de spectre, sont convertis en une fréquence intermédiaire et traversent pour cela le filtre FI. Le détecteur qui suit le filtre FI ne voit que la partie bruitée, qui se trouve à l'intérieur de l'étroite bande passante du filtre. Ainsi, seul, le bruit situé dans la bande passante du filtre FI, est représenté à l'écran. Lors de la mesure de signaux discrets, la sensibilité maximale est atteinte avec les filtres FI les plus étroits.

Filtre vidéo

La mesure de petits signaux peut parfois être difficile lorsque l'amplitude du signal a la même amplitude que le bruit moyen de l'analyseur de spectre. Afin de rendre les signaux plus visibles, un filtre vidéo est placé dans la chaîne du traitement du signal de l'analyseur de spectre, derrière le filtre FI. Le bruit interne de l'analyseur de spectre est moyenné par ce filtre, d'une bande passante de quelques kHz. Ainsi, dans de telles circonstances, un signal dissimulé dans le bruit devient visible.

Si la bande passante FI devient plus petite que le SPAN, le filtre vidéo doit être débranché, car ceci peut conduire à une réduction d'amplitude des signaux en raison de la limitation de la bande passante. (Une combinaison non admissible de paramètre lors de réglages est signalée par UNCAL. en READOUT.)

Sensibilité – Niveau d'entrée max.

La spécification de la sensibilité d'entrée d'un analyseur de spectre est quelque chose d'arbitraire. On peut la définir comme le niveau du signal lorsque la puissance du signal est égale à la puissance moyenne du bruit de l'analyseur. Comme un analyseur mesure toujours le signal plus le bruit, alors, d'après la définition, le signal à mesurer apparaît 3 dB au-dessus du niveau du bruit.

La tension d'entrée maximale admissible pour un analyseur de spectre est le niveau qui entraîne une détérioration (Burn Out) de l'étage d'entrée. Ce niveau est de +10 dB pour le mélangeur d'entrée et de +20 dB pour l'atténuateur d'entrée. Avant d'atteindre le niveau « burn-out », l'analyseur comprime l'amplification. Le niveau reste en dessous du seuil critique, tant qu'une compression de 1 dB n'est pas dépassée.
A chaque analyse du signal, des distorsions se produisent dans l'analyseur de spectre lui-même, et la plupart du temps, ces distorsions proviennent de propriétés non linéaires de l'étage d'entrée. Dans le cas du HM5012-2 / HM5014-2, elles sont de l'ordre de 75 dB en-dessous du niveau d'entrée, tant que celui-ci ne dépasse pas –30 dB. Afin d'accéder à des niveaux d'entrée plus élevés, un atténuateur est placé dans le circuit d'entrée juste avant le premier mélangeur. Le signal maximal applicable pour chaque position d'atténuateur, tout en maintenant les distorsions en dessous d'un certain seuil, est appelé « niveau d'entrée optimum ». Tant que le signal est atténué, le mélangeur ne reçoit pas de niveau supérieur à -30 dB. Cette plage libre de distorsions est appelée gamme dynamique utile de l'analyseur et la dynamique d'affichage est le rapport du niveau affichable le plus élevé sur le niveau le plus faible, sans que des produits d'intermodulation de l'analyseur ne soient visibles à l'écran.

La plage dynamique maximale d'un analyseur de spectre est déterminée selon certaines spécifications. La première est la spécification des distorsions. Cette valeur s'élève pour les deux analyseurs de spectre à 70 dB jusqu'à un niveau d'entrée de –30 dBm avec une atténuation d'entrée de 0 dB. Pour que cette valeur soit utilisable, l'analyseur de spectre doit être capable de reconnaître un niveau de –100 dBm. C'est pourquoi la bande passante FI ne doit pas être trop étroite, sinon apparaissent des difficultés en raison des bandes latérales de bruit et de la modulation FM résiduelle. La bande passante FI de 9 kHz est suffisante pour représenter des lignes spectrales avec un tel niveau. La plage de mesure libre de distorsions peut être étendue en réduisant le niveau d'entrée. La seule restriction est la sensibilité de l'analyseur de spectre. La dynamique maximale possible est atteinte, quand la ligne spectrale au niveau le plus haut ne dépasse pas le niveau de référence.

Réponse en fréquence

Cette notion décrit le comportement de l'analyseur de spectre en ce qui concerne la transmission. La réponse en fréquence doit être la plus linéaire possible ; c'est-à-dire que la précision du niveau du signal affiché doit être indépendant de la fréquence du signal. Ainsi le filtre et l'amplificateur se trouvent en régime permanent.

Générateurs suiveurs

Les générateurs suiveurs (générateurs Tracking) sont des générateurs sinusoïdaux spéciaux dont la fréquence est commandée par l'analyseur de spectre. La commande du générateur suiveur s'effectue de telle sorte que sa fréquence est toujours égale à la fréquence d'entrée de l'analyseur de spectre. Le générateur suiveur élargit essentiellement le champ d'actions d'un analyseur de spectre. Tout comme l'analyseur de spectre, il existe deux modes de fonctionnement différent : Zero-Span et Span.

En mode Zero-Span, la fréquence du signal du générateur suiveur est la même fréquence sur laquelle est accordée l'analyseur de spectre.

En mode Span, la fréquence du générateur suiveur est toujours la même que la fréquence de l'analyseur de spectre, c'est-à-dire que la fréquence de la tension de sortie se trouve toujours au centre du filtre passe bande de l'analyseur de spectre. Les harmoniques du signal, qui se forment dans le générateur suiveur lui-même ou dans l'analyseur de spectre, se situent à l'extérieur de la bande passante du filtre de l'analyseur de spectre. Ainsi, seule la fréquence du fondamentale est

représenté à l'écran. Il devient ainsi possible de mesurer des réponses en fréquence sur une très grande plage, sans que la mesure ne soit influencée par des irrégularités spectrales du générateur du signal. La sensibilité du système est limitée par le bruit propre et, de ce fait, par la bande passante du filtre de l'analyseur de spectre. La bande passante la plus étroite mesurable est déterminée par la modulation en fréquence résiduelle du générateur suiveur ainsi que par l'écart en fréquence lors du suivi (« tracking ») entre le générateur et l'analyseur de spectre.

Le générateur suiveur est utilisé pour les mesures d'atténuation des amplificateurs ou des filtres. Le signal de sortie du générateur suiveur est injecté dans l'élément à analyser et la tension produite à la sortie de ce dernier est appliquée à l'entrée de l'analyseur de spectre. Dans cette configuration, les appareils forment un système fermé de mesure de fréquence par vobulation. Une boucle de régulation, asservie en niveau et située dans le générateur suiveur, assure la stabilité de l'amplitude sur toute la plage de fréquence. Ce système permet de mesurer le facteur de réflexion et l'affaiblissement de réflexion, et permet également de déterminer le taux d'ondes stationnaires.

Interface RS-232 – Commande à distance

Attention Consignes de sécurité:
Toutes les bornes de l'interface sont reliées galvaniquement à l'appareil de mesure et ainsi à la terre.

Il est interdit d'effectuer des mesures avec un potentiel de référence élevé qui risque de présenter un risque pour l'appareil de mesure, l'interface et les appareils qui y sont connectés.
Les dommages provoqués aux produits HAMEG ne sont pas couverts par la garantie si les consignes de sécurité ne sont pas respectées (voir aussi »Sécurité«). HAMEG n'assume en outre aucune responsabilité pour les lésions corporelles ou les dommages aux produits tiers.

Description
L'appareil de mesure est équipé en face arrière d'une interface RS-232 qui se présente sous la forme d'une prise Sub-D à 9 broches. Cette interface bidirectionnelle permet de commander l'appareil de mesure ou de collecter des paramètres de réglage ou des informations sur le signal depuis un ordinateur.

Câble RS-232
Le câble doit avoir moins de 3 m de long, être blindé et ne doit pas être croisé (connexion directe 1:1). Le brochage de l'interface RS-232 (prise femelle Sub-D 9 broches) est le suivant:

Broche
2 Tx Data (transmission des données de l'instrument de mesure vers l'appareil externe)
3 Rx Data (réception des données de l'appareil externe vers l'instrument de mesure)
5 Masse (potentiel de référence relié à la terre par l'appareil de mesure et le cordon secteur avec fil de terre).
9 Tension d'alimentation +5 V pour appareils externes (max. 400 mA).

La différence de potentiel maximale entre les bornes 2 et 3 est de ±12 volts.

Protocole RS-232:
N-8-1 (sans parité, 8 bits de données, 1 bit d'arrêt)

Réglage de la vitesse de transmission
À la mise sous tension de l'appareil, l'interface RS-232 adopte sa configuration par défaut qui est de 4800 bauds. Cette vitesse peut ensuite être modifiée en 9 600, 38 400 ou 115 200 bauds à l'aide d'une commande.

Transmission de données
Après la mise sous tension, l'appareil délivre automatiquement sur son interface série le message »HAMEG HM5012-2« ou »HAMEG HM5014-2« à 4800 bauds.
Un logiciel fonctionnant sous Windows 95, 98, Me, NT 4.0 (avec le Service Pack courant), 2000 et XP est fourni avec l'appareil. Les mises à jour sont publiées sur l'Internet à l'adresse www.hameg.de.

Commandes du PC vers le HM 5012-2 / HM 5014-2

Structure générale: Toute instruction/interrogation doit commen-cer par le caractère »#« (23 hex = 35 déc) suivi de 2 lettres (par exemple TG pour générateur suiveur). S'il s'agit d'une instruction, les paramètres doivent venir à la suite des lettres. Chaque instruction doit se terminer par le code de la touche »Entrée« (hex: 0x0d). Les minuscules et majuscules ne sont pas différenciées (TG = tg). L'unité de mesure étant toujours explicite (par exemple l'excursion s'exprime toujours en MHz), elle n'est pas précisée.

Liste des instructions de paramétrage:
(E) = désigne la touche Entrée (caractère
(CR) = retour chariot)
#kl0(E) = déverrouillage des touches (= mode commande à distance désactivé)
#kl1(E) = verrouillage des touches (= mode commande à distance activé, la LED Remote est allumée)

Les instructions suivantes sont seulement exécutées en mode commande à distance (LED Remote allumée, kl1).
#tg0(E) = générateur suiveur désactivé
#tg1(E) = générateur suiveur activé
#vf0(E) = filtre vidéo désactivé
#vf1(E) = filtre vidéo activé
#tl+01.0(E) = niveau de suivi à +1,0 dBm
#tl-50.0(E) = à -50,0 dBm par pas de 0,2 dB
#rl-30.0(E) = niveau de référence à -30,0 dBm
#rl-99.6(E) = à -99,6 dBm par pas de 0,2
#at0(E) = atténuateur 0 (10, 20, 30, 40) dB
#bw1000(E) = bande passante 1000 (120,9) kHz
#sp1000(E) = excursion 1000 (1000, 500, 200, ...5, 2, 1) MHz
#sp0(E) = excursion nulle
#db5(E) = 5 dB/Div.
#db10(E) = 10 dB/Div.
#cf0500.000(E) = fréquence centrale en xxxx,xxx MHz

#dm0(E) = mode détection désactivé (moyenne, max.HLD)
#dm1(E) = mode détection activé (moyenne, max.HLD)
#sa(E) = mémorisation du signal A dans la mémoire B
#vm0(E) = affichage du signal A
#vm1(E) = affichage du signal B (signal mémorisé)
#vm2(E) = affichage du signal A-B

#vm3(E) = affichage de la moyenne
#vm4(E) = affichage de la valeur maximale (Max. Hold)

#br4800(E) = vitesse de transmission 4800 (9600, 38 400, 115 200) bauds
#bm1(E) = transfert du signal (2048 octets) composé de: 2001 octets de signal, 3 octets de somme de contrôle et un caractère de fin: 0D (hex)
#rc0(E) = Recall (0 à 9)
#sv0(E) = Save (0 à 9)

Instructions spéciales pour les mesures en CEM, seulement possibles avec une excursion nulle:
#es0(E) = blocage de la »mesure 1 seconde«
#es1(E) = préparation de la »mesure 1seconde« (durée de mesure 1seconde; activer l'excursion nulle et sélectionner la bande passante de résolution appropriée)
#ss1(E) = démarre une »mesure 1 seconde« à la fréquence centrale réglée et transmet en même temps les données de la mesure précédente

Remarque: L'analyseur de spectre renvoie »RD« (CR) après la réception et l'exécution d'une instruction.

Exemple de mesure CEM:
#es1(CR) (activation de la fonction), #cf.xxx(CR), #ss1 (CR) (mesure, mais effacement des données), #cfxxxx.xxx(CR), #ss1(CR) (mesure et analyse des données), #cfxxxx.xxx(CR), #ss1(CR), ..., #es0(CR) (blocage de la fonction).

Interrogation des paramètres (liste des instructions d'interrogation):
L'appareil répond aux interrogations suivantes même s'il ne se trouve pas en mode commande à distance (Remote éteinte, KL0):

Syntaxe:
#xx(E) = envoie les paramètres de xx (xx = tg, tl, rl, vi, at, bw, sp, cf, db, kl, hm, vn, vm, dm, uc)
Remarque:
Toutes les instructions sont déjà mentionnées et décrites dans la liste des instructions de paramétrage à l'exception des suivantes:
#hm(E) = demande le type d'appareil
#vn(E) = demande la version du logiciel
#uc(E) = demande les conditions de mesure (calibré, non calibré)

1er exemple:
#uc(E) (non calibré): le PC envoie #uc(CR). L'instrument répond par UC0(CR) (calibré) ou UC1(CR) (non calibré)

2ème exemple:
#tl(E): le PC interroge le niveau du générateur suiveur en envoyant #tl(CR). L'instrument répond par TL-12.4 (CR)

3ème exemple:
#vn(E): le PC demande le numéro de version en envoyant #vn(CR). L'instrument répond par x.xx(CR) où x.xx est, par exemple, 1.23

4ème exemple:
#hm(E) : le PC demande le type d'appareil en envoyant #hm(CR). L'instrument répond par 5014-2 (CR) ou 5012-2

5ème exemple:
le PC envoie une séquence d'instructions à l'analyseur:
#kl1(E) = active le mode commande à distance.
#cf0752.000(E) = fixe la fréquence centrale à 752 MHz
#sp2(E) = fixe l'excursion à 2 MHz
#bw120(E) = fixe la bande passante à 120 kHz
#kl0(E) = passe en mode manuel

Les instructions #tg et #tl ne sont pas incluses dans le jeu d'instructions du HM5012-2.

Si une instruction envoyée n'est pas reconnue, l'instrument ne renvoie aucune information au PC (aucun paramètre ni de RD (CR)).

Description détaillée de l'instruction #bm1

#BM1(CR) = mode bloc (transmission de 2048 octets de données par l'interface RS-232)

Les données transférées se composent de 2048 octets: trans_byte [0] à trans_byte [2047]

Ces 2048 octets de données contiennent 2001 octets de signal, les paramètres de la fréquence centrale et une somme de contrôle des octets du signal.
Les données du signal occupent les octets suivants des données transmises: trans_byte[n] = sig_data[n] (n = 0 à n = 2000):
trans_byte[0] = sig_data[0]
trans_byte[2000] = sig_data[2000]
La somme de contrôle est une valeur de 24 bits (= 3 octets) calculée comme suit:
somme de contrôle = sig_data[0]+sig_data[1]+ ...
sig_data[1999]+ sig_data[2000] (somme de toutes les données du signal)

Les 24 bits de la somme de contrôle occupent les octets suivants des données transmises:
trans_byte[2044] = 1er octet de la somme de contrôle [octet de poids fort]
trans_byte[2045] = 2ème octet de la somme de contrôle
trans_byte[2046] = 3ème octet de la somme de contrôle [octet de poids faible]

Les paramètres de la fréquence centrale occupent les octets suivants des données transmises:
trans_byte [2016] = 'C'
trans_byte [2017] = 'F'
trans_byte [2018] = 'x'
trans_byte [2019] = 'x'
trans_byte [2020] = 'x'
trans_byte [2021] = 'x'
trans_byte [2022] = '.'
trans_byte [2023] = 'x'
trans_byte [2024] = 'x'
trans_byte [2025] = 'x'
(x = '0' à '9') Exemple: CF0623.450 (ces octets ne sont pas utilisés pour le calcul de la somme de contrôle)

Le dernier caractère est toujours un retour chariot (CR)
trans_byte[2047] = 0D hex (retour chariot)

Tous les autres octets »libres« prennent la valeur (00hex).

Relation entre les données du signal et la représentation sur le tube cathodique

Les données du signal sont le résultat de 2001 conversions analogique/numérique pendant une période de vobulation.

Position X:
Le premier octet »sig_data[0]« correspond au premier point sur l´écran cathodique, celui qui coïncide avec la ligne gauche de la grille. Il est suivi de manière linéaire par tous les autres octets jusqu´à sig_dat[2000], lequel coïncide avec la ligne droite de la grille. La fréquence de chacun des points peut être déterminée à partir de la fréquence centrale et de l´excursion.
Fréquence (x) = (fréquence centrale – 0,5 * excursion) + excursion * x/2000
X = 0 ... 2000 (position du point = sig_data[x])

Position Y:
La valeur de 8 bits (hex: 00 à FF) de chaque case mémoire de sig_data[x] présente la relation suivante avec le signal vidéo:
1C hex (28 déc): coïncide avec la ligne inférieure de la grille
E5 hex (229 déc): coïncide avec la ligne supérieure de la grille (correspond au niveau de référence).
La résolution dans le sens Y est de 25 points par division (ce qui correspond à 10 dB sur le calibre 10dB/Div).
Chaque point correspond ainsi à 0,4 dB avec le calibre 10dB/Div. et à 0,2 dB sur le calibre 5dB/Div.
Le niveau d´un point (y) peut être calculé comme suit:
Pour y ≤ 229 (position du niveau de référence):
Niveau en dBm (y) = niveau de référence (dBm) - ((229-y) * 0,4 dB) sur le calibre 10dB/Div.
Pour y > 229 (position du niveau de référence):
Niveau en dBm (y) = niveau de référence (dBm) + ((y-229) * 0,4 dB) sur le calibre 10dB/Div.



Hersteller HAMEG GmbH
Manufacturer Industriestraße 6
Fabricant D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE



Die HAMEG GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH déclare la conformite du produit

Bezeichnung / Product name / Designation: Spektrum-Analysator/ Spectrum Analyzer/ Analyseur de spectre

Typ / Type / Type: HM5012-2 / HM5014-2

mit / with / avec: –

Optionen / Options / Options: –

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité
EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)

Messkategorie / Measuring category / Catégorie de mesure: I

Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission:
Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.

Störfestigkeit / Immunity / Imunitee: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique:
Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date
15. 07. 2004

Unterschrift / Signature /Signatur

Manuel Roth
Manager

Indicaciones generales en relación al marcado CE

Los instrumentos de medida HAMEG cumplen las prescripciones técnicas de la compatibilidad electromagnética (CE). La prueba de conformidad se efectúa bajo las normas de producto y especialidad vigentes. En casos en los que hay diversidad en los valores de límites, HAMEG elige los de mayor rigor. En relación a los valores de emisión se han elegido los valores para el campo de los negocios e industrias, así como el de las pequeñas empresas (clase 1B). En relación a los márgenes de protección a la perturbación externa se han elegido los valores límite válidos para la industria.
Los cables o conexiones (conductores) acoplados necesariamente a un osciloscopio para la transmisión de señales o datos influyen en un grado elevado en el cumplimiento de los valores límite predeterminados. Los conductores utilizados son diferentes según su uso. Por esta razón se debe tener en cuenta en la práctica las siguientes indicaciones y condiciones adicionales respecto a la emisión y/o a la impermeabilidad de ruidos.

1. Conductores de datos

La conexión de aparatos de medida con aparatos externos (impresoras, ordenadores, etc.) sólo se debe realizar con conectores suficientemente blindados. Si las instrucciones de manejo no prescriben una longitud máxima inferior, ésta deberá ser de máximo 3 metros para las conexiones entre aparato y ordenador. Si es posible la conexión múltiple en el interfaz del aparato de varios cables de interfaces, sólo se deberá conectar uno.
Los conductores que transmitan datos deberán utilizar como norma general un aislamiento doble. Como cables de bus IEEE se prestan los cables de HAMEG con doble aislamiento HZ72S y HZ72L.

2. Conductores de señal

Los cables de medida para la transmisión de señales deberán ser generalmente lo más cortos posible entre el objeto de medida y el instrumento de medida. Si no queda prescrita una longitud diferente, esta no deberá sobrepasar los 3 metros como máximo.
Todos los cables de medida deberán ser aislados (tipo coaxial RG58/U). Se deberá prestar especial atención en la conexión correcta de la masa. Los generadores de señal deberán utilizarse con cables coaxiales doblemente aislados (RG223/U, RG214/U).

3. Repercusión sobre los instrumentos de medida

Si se está expuesto a fuertes campos magnéticos o eléctricos de alta frecuencia puede suceder que a pesar de tener una medición minuciosamente elaborada se cuelen porciones de señales indeseadas en el aparato de medida. Esto no conlleva a un defecto o paro de funcionamiento en los aparatos HAMEG. Pero pueden aparecer, en algunos casos por los factores externos y en casos individuales, pequeñas variaciones del valor de medida más allá de las especificaciones predeterminadas.

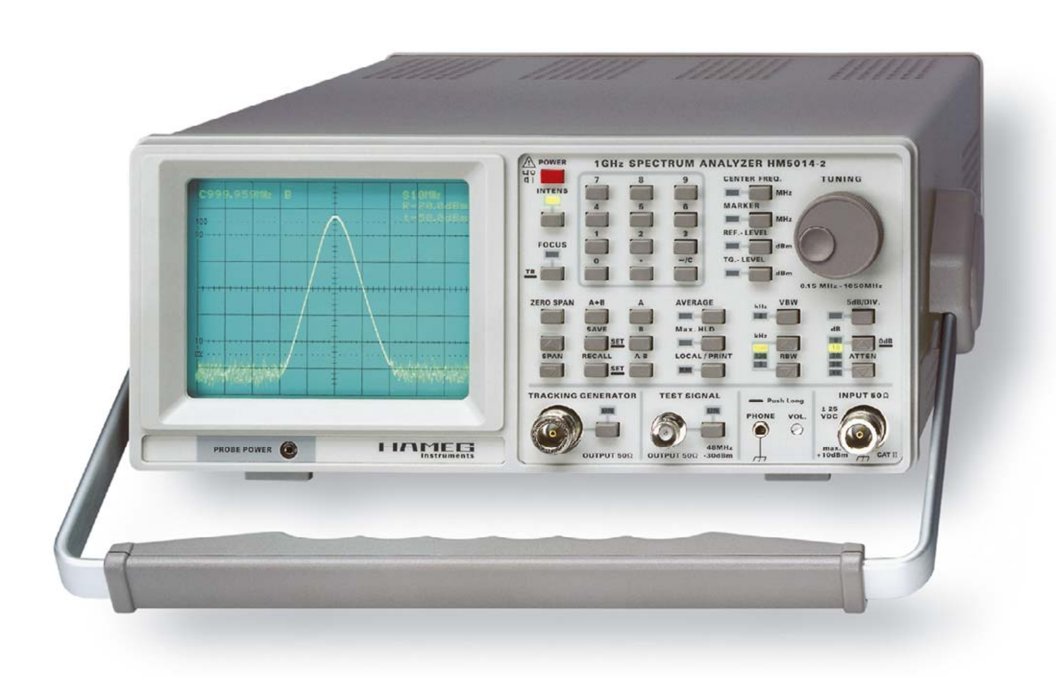
4. Inmunidad al ruido de osciloscopios, analizadores de espectros

4.1 Campo electromagnético H
La influencia de campos eléctricos o magnéticos de radio frecuencia puede visualizarse (p. ej. RF superpuesta), si la intensidad del campo es elevada. El acoplamiento de estos campos se produce a través de la red de suministro eléctrico o los cables de medida y control, pero también por radiación directa.
La radiación directa al instrumento de medida puede penetrar, a pesar del blindaje de la caja metálica, a través de los diferentes orificios de ventilación y de la pantalla.

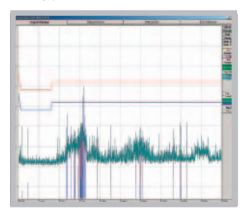
4.2 Transientes rápidos / Descarga de electricidad estática
Cuando aparece un transiente rápido (Burst) y/o un acoplamiento directo vía suministro eléctrico o de forma indirecta (capacidad) vía cables de medida o control, puede ser posible que se inicie el disparo. El disparo puede iniciarse también, por una descarga estática directa o indirecta (ESD) .
Ya que la presentación de señales en el osciloscopio debe poder realizarse también con una amplitud de señal pequeña (<500µV), no se puede evitar un inicio del disparo y su presentación posterior, a causa de estas señales (>1kV).

HAMEG GmbH

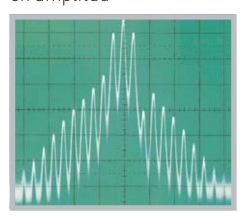
Analizadores de Espectros HM 5012-2 y HM 5014-2



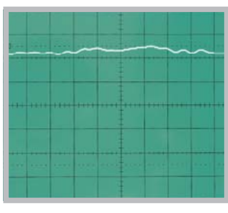
Captura de ruidos conducidos con el modelo HM5012-2



Señal de AF modulada en amplitud



Respuesta en frecuencia de un amplificador utilzando el generador de tracking



Margen de frecuencia de 150 kHz hasta 1050 MHz

Margen de amplitud: –100 hasta +10 dBm;
Presentación en pantalla 80 dB

Síntesis digital directa síncrona en fase (DDS)

Teclado para ajustes de frecuencia precisos y reproducibles

Oscilador de referencia compensado en temperatura y de alta estabilidad

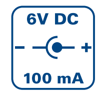
Resoluciones de 9 kHz, 120 kHz y 1 MHz

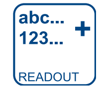
Controlable por conexión RS-232

Sólo en el HM5012-2: Salida de señal de test

Sólo en el HM5014-2: Generador de tracking

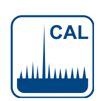












Analizadores de Espectros HM5012-2 + HM5014-2
DATOS TÉCNICOS

Temperatura de referencia: 23°C ±2°C

Características en frecuencia	
Margen de frecuencias:	0,15 MHz hasta 1050 GHz
Estabilidad:	±5 ppm
Variación:	±1ppm/año.
Resolución indicación frecuencia:	1 kHz (6½ Digit en Readout)
Margen de frecuencia central (Center):	0 a 1050 GHz
Generación de frecuencia:	TCXO con DDS (síntesis de frecuencia digital)
Gamas de span:	Zero-Span y 100 MHz–1000 MHz secuencia 1-2-5
Marker:	
Resolución (Frecuencia)	1 kHz, 6½ Digit
Resolución (Amplitud)	0,4 dB, 3½ Digit
Márgenes de resolución RBW @ (-6dB):	1 MHz, 120 kHz y 9 kHz
Filtro de Video, VBW:	4 kHz
Tiempo de vobulación (span completo, 1MHz):	40 ms, 320 ms, 1s*
Características en amplitud (referenciado al marker 150kHz-1GHz)	
Margen de medida:	–100 dBm hasta +10 dBm
Escala:	10 dB/div., 5 dB/div.
Perímetro de escalas:	80 dB (10dB/div), 40dB (5dB/div)
Variación amplitud con frecuencia (con 10 dB Attn., Zero Span y RBW 1 MHz, Signal –20 dBm):	±3 dB
TRC con retícula interna:	8 x 10 Div.
Indicación:	logarítmica
Unidad de indicación:	dBm
Atenuadores de entrada AF:	0 hasta 40 dB, en pasos de 10 dB
Precisión del atenuador de entrada referenciado a 10 dB:	±2 dB
Nivel de entrada máx. (acoplamiento continuado)	
Atenuación 40dB :	+20 dBm (0,1 W)
Atenuación 0dB :	+10 dBm
Tensión máx. contínua permitida:	±25 V
Margen de ajuste del nivel de referencia:	-99,6 dBm a +10 dBm
Precisión del nivel de referencia (referenciado a 500 MHz, 10 dB Attn., Zero Span y RBW 1 MHz):	±1 dB
Nivel de ruido medio mínimo:	–100 dBm (RBW 9kHz, average)
Distancia intermodular (3. orden):	>75 dBc; (2 señales de -27 dBm, distancia >3 MHz)
Distancia de distorsiones armónicas (2. armón.)	>75 dBc (2. armon. con -27dBm. ATTN 0 dB, distancia en frecuencia >3 mHz)
Error en la conmutación de márgenes de ancho de banda:	±1 dB
Digitalización:	±1 Digit (0,4 dB) con escala 10 dB/div (Average, Zero Span)
Entradas / Salidas	
Entrada de medida:	Borne tipo N
Impedancia de entrada:	50 Ω
VSWR: (Attn. ≥10dB):	típico 1,5 : 1
Salida del generador de seguimiento (HM5014-2):	Borne tipo N
Impedancia de salida:	50 Ω
Salida del calibrador:	borne tipo BNC
Impedancia de salida:	50 Ω
Frecuencia:	48 MHz,
Nivel:	-30 dBm
Tensión de alimentación para sondas (HZ530):	6 V_{DC}
Salida Audio (Phone):	3,5 mm ∅ banana
RS-232 Interfaz:	9 pol. / Sub-D
Funciones	
Teclado:	Frecuencia central, nivel de referencia y tracking
Mando giratorio:	Frec. central, nivel de referencia y de tracking, marker
Detección de picos (Max.Hold):	Detección de valores pico
Detección de Quasi-Peak: *	detección valorada de picos Quasi
Promedio:	Valor medio de 32 medidas individuales
Curva de referencia:	Profundidad de memoria 2k x 8bit
SAVE/RECALL:	Memor./rellamada de 10 configuraciones de mandos
Demodulación AM:	para recepción por auricular
LOCAL:	Desactivación del control por RS-232
Generador de Tracking (sólo HM5014)	
Márgen de frecuencia:	0,15 MHz hasta 1050 GHz
Nivel de salida:	–50 dBm hasta +1 dBm
Variación en frecuencia:	
+1 dBm hasta –10 dBm	±3 dB
–10,2 dBm hasta –50 dBm	±4 dB
Ruidos HF:	<20 dBc
Varios	
Márgen de funcionamiento ambiental:	10 °C hasta 40 °C
Conexión a red:	90-264 V, 50-60 Hz
Consumo:	
HM5012-2:	ca. 30 W
HM5014-2:	ca. 35 W
Protección:	clase I (CEI 1010-1VDE 0411)
Medidas (An x Al x L):	285 x 125 x 380 mm
Peso:	aprox. 6 kg
Caja:	Con asa de apoyo variable
Color:	marrón tecno

* sólo en combinación con el programa AS100E

Reservado el derecho de modificación

El suministro incluye: HM5012-2 ó HM5014-2, manual de instrucciones, cable de red, software en CD
Accesorios suministrables:
Interfaz óptico HZ70, antena conectable HZ520, limitador de transientes HZ560, conjunto de sondas para diagnosis EMC HZ530. Reproductor de red bipolar (LISN) HM6050-2.

Accesorios

HZ560 Transient Limiter

El **HZ560** protege la entrada del analizador de espectros o de un receptor de medida de posibles daños, especialmente cuando se utiliza con un reproductor de redes (HM6050).
Si no se utiliza un limitador como el descrito durante las mediciones de ruidos de potenciales con un LISN, se corre un riesgo elevado de dañar las etapas de entrada del instrumento de medida acoplado. Por esta razón es muy aconsejable utilizar el limitador de transientes.

Datos técnicos	
Margen de frequencia:	150 kHz hasta 30MHz
Atenuación:	10 dB (+1,5/–0,5 dB)
Nivel máx. de entrada:	+33 dBm (2 W valor medio)
Tensión de entrada max.:	±50 V_{DC}
Relación de ondas estacionarias:	1,5:1 ó mejor
Bornes:	BNC (entrada y salida)
Medidas (A x Al x L):	67 x 32 x 32 mm



HZ530
Sondas para el diagnóstico EMC

El conjunto de sondas HZ530 se compone de tres sondas activas de banda ancha para el diseño de grupos electrónicos y aparatos en el campo del diagnóstico EMC. Contiene una sonda activa de campo magnético (sonda campo H), una sonda activa de campo eléctrico de un polo (campo E) y una sonda activa de alta impedancia. Están previstas para ser conectadas a un analizador de espectros y llevan por esta razón una salida coaxial con una impedancia de 50 Ω. Cubren el ancho de banda de 100 kHz hasta más de 1000 MHz. Las sondas están fabricadas con la más moderna tecnología. GaAsFet y circuitería integrada de microondas (MMIC) garantizan un nivel de ruido bajo, alta amplificación y sensibilidad. La conexión de las sondas al analizador de espectros, receptor de medida u osciloscopio se realiza mediante un cable coaxial BNC de 1,5m de longitud. Los preamplificadores incorporados en las sondas (aprox. 30 dB) no hacen necesario la utilización adicional de aparatos externos, hecho que facilita el manejo considerablemente.

Las sondas se autoalimentan por una pila/batería interna o directamente a través de los analizadores de espectros de HAMEG. Su diseño estilizado permite efectuar las mediciones cómodamente, aún teniendo difícil acceso al circuito. Las baterías (opción) proporcionan una autonomía de trabajo entre 20 a 30 horas. Posteriormente se deberá utilizar adicionalmente un cargador, suministrable como accesorio.
Las sondas se suministran en un conjunto de tres dentro de una maleta robusta y de aspecto profesional.

Sonda de campo H
La sonda de campo H suministra al analizador un nivel proporcional a la intensidad de campo de radio frecuencia (RF) magnética. Esto permite localizar en un margen relativamente estrecho ruidos de grupos electrónicos. Los grupos electrónicos modernos actuan con ruidos de baja impedancia (variaciones de tensión relativamente bajas con variaciones de corriente relativamente altas.). Los ruidos emitidos comienzan por esta razón en el origen con un campo magnético alterno. Ya que al pasar del campo próximo al distante, se debe alcanzar la relación de campo magnético a eléctrico con resistencia de onda de 377 Ω, el campo H bajará en intensidad igual a la potencia elevada al cubo correspondiente a la distancia del emisor. El doble en distancia reduciría el campo H por un octavo.

Durante la utilización práctica de la sonda H, se evidencia un fuerte incremento del nivel con la aproximación a la fuente de ruido. Durante el proceso de búsqueda de la fuente de ruido, se detecta por esto rápidamente el componente emisor. Es fácil de comprobar p. ej. cual de los CI está emitiendo un alto nivel de ruido y cual no.
Con un analizador de espectros se puede reconocer entonces como se distribuye el ruido en el margen de frecuencias. Así es posible, eliminar en un estado preliminar del diseño, componentes poco idóneos por razones de compatibilidad electromagnética (EMC). Las contramedidas realizadas se pueden valorar cualitativamente bien. Se pueden analizar los blindajes en busca de puntos "permeables" y controlar cables y conducciones eléctricas por ruidos.

Sonda de alta impedancia
La sonda de alta impedancia permite la determinación de las interferencias en radio frecuencia(RFI) sobre los diferentes contactos y circuitos. Es de muy alta impedancia (resistencia de aislamiento del material de los circuitos impresos) y sólo carga el punto de medida con 2 pF. Gracias a esto se puede medir directamente en el circuito, sin generar variaciones importantes durante la medición.



Se pueden medir p. ej. la acción de filtros y las medidas de bloqueo, de forma cuantitativa. Se pueden identificar también los diferentes pins de un IC como fuente RFI. Dentro del circuito impreso se pueden localizar las zonas problemáticas. Con esta sonda se puede acceder directamente al analizador de espectros, desde cualquier punto de la circuitería.

Monopolo de campo E
La sonda monopolo de campo E tiene la mayor sensibilidad de las tres sondas. Es tán sensible, que se podría utilizar como antena de recepción de radio o TV. Por esta razón se puede evaluar con ella la emisión total de un grupo electrónico o de un aparato.

Se utiliza para comprobar la eficacia de medidas de aislamiento total. También se puede evaluar la eficacia total de filtros, midiendo la RFI correspondiente a cables y conducciones que se derivan de la carcasa del aparato y que influyen en la irradiación total. Además se pueden realizar mediciones para la documentación en homologaciones. Esto permite optimizar el rendimiento del equipo y evitar así una segunda presentación ante estamentos de homologación.

Datos técnicos	
Márgenes de frecuencia:	100kHz - 1,0GHz
Tensión de alimentación:	6V = suministrado por HM5005-14 o pilas*
Corriente de alimentación:	aprox. 10 - 24mA=
Dimensiones de sondas:	40 x 19 x 195 mm
Material sonda:	plástico, aislamiento intern eléctrico
Contenido del conjunto:	Maletín de transporte, 1 sonda campo H, 1 sonda campo E, 1 sonda alta impedancia, 1 cable BNC (1,5m), 1 cable alimentación, manual

* (Pilas (4xAAA) no incluidas)

Puente de medida VSWR de 50 Ω HZ 541



Puente de medida VSWR conectado al Analizador de Espectros HM 5014-2



Conexión IN conectada con el generador tracking (HM 5014-2) (fuente de señal)

Conexión OUT (HZ 541) conectada con salida de analizador (HM 5014-2).



Si se utiliza el puente de medida con un analizador de espectros de otro fabricante, se deberá utilizar, en vez de los adaptadores, dos cables N (opcionales).

Determinación de las ondas residuales y el factor de reflexión

El puende de medida VSWR HZ 541 sirve para determinar las ondas residuales (VSWR = Voltage Standing Wave Ratio) y el factor de reflexión (REFLECTION COEFFICIENT) de objetos de medida, que tengan una impedancia de 50 Ω. Objetos de medida típicos son atenuadores, resistencias terminales, divisores de frecuencia, amplificadores, cables o mezcladores con impedancias de 50 Ω. El margen de medida queda determinado de 150 kHz hasta 1 GHz.

La atenuación de reflexión medida (retorno) (RETURN LOSS) se puede determinar en frecuencias discretas, mediante un generador de señales de AF y un receptor de medida. Al medir márgenes de frecuencia completos, es más conveniente utilizar analizadores de espectros con un generador de tracking incorporado.

La atenuación de reflexión es la diferencia entre una medida con adaptación errónea total (conexión„DUT"abierta o en corto circuito) y una medida con el objeto de medida en la conexión „DUT" (DUT = Device Under TEST).

Datos eléctricos	
Margen de frecuencia:	150 kHz - 1050 MHz
Impedancia:	50 Ω
Relación	
150 kHz - 300 kHz:	>28 dB
300 kHz -1050 MHz:	>35 dB
Atenuación en reflexión a la puerta de entrada	
DUT:	>20 dB
Atenuación de entrada	
IN → OUT:	20 dB (150 kHz - 300 kHz)
IN → OUT:	17 dB (300 KHz - 1 GHz)
IN → DUT:	1,7 dB
DUT → OUT:	16 dB
Resistencia de entrada:	+26 dBm (400 mW)

Datos mecánicos	
Puente de medida:	
Dimensiones:	151,5 x 38 x 29,5 mm
(An x Pr x Al)	(sin conectores)
Peso:	450 g
Margen de temperatura:	+10° C hasta +45 °C
Conexiones:	Bornes tipo N
Maleta de transporte:	
Medidas (Anx Pr x Al) :	265 x 225 x 50 mm
Peso total:	950g
(Puente + Maletín + Accesorios)	

Accesorios suministrados:
Resistencia terminal: 50 Ω,
VSWR <1 : 1,05 (1 pieza), Adaptador N: N-macho a N macho (2 piezas)

Información general

Después de desembalar el aparato, compruebe primero que éste no tenga daños externos ni piezas sueltas en su interior. Si muestra daños de transporte, hay que avisar inmediatamente al suministrador y al transportista. En tal caso no ponga el aparato en funcionamiento.

Símbolos

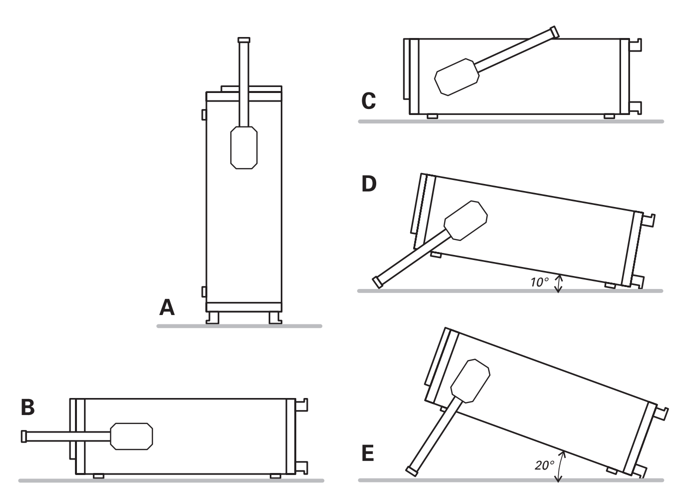
 Atención al manual de instrucciones

 Alta tensión

Masa

Colocación del aparato

Para que la visibilidad de la pantalla sea óptima, el aparato se puede colocar en tres posiciones (C,D,E). Si después de su transporte en mano el aparato se apoya en posición vertical, el asa permanece en posición de transporte, (A).



Para colocar el aparato en posición horizontal, el asa se apoya en la parte superior, (C). Para colocarlo en la posición D (inclinación de 10°), hay que mover el asa hacia abajo hasta que encaje automáticamente. Si requiere una posición más inclinada, sólo tiene que tirar de ella hasta que encaje de nuevo en la posición deseada (fig. E con 20° de inclinación). El asa también permite transportar el aparato en posición horizontal. Para ello gire el asa hacia arriba y tire de él en sentido diagonal para encajarlo en pos. B. Levante el aparato al mismo tiempo ya que en esta posición el asa no se mantiene por sí sola.

Seguridad

Este aparato ha sido construido y verificado según las Normas de Seguridad para Aparatos Electrónicos de Medida VDE 0411 parte 1ª, indicaciones de seguridad para aparatos de medida, control, regulación y de laboratorio y ha salido de fábrica en perfecto estado técnico de seguridad. Se corresponde también con la normativa europea EN 61010-1 o a la normativa internacional CEI 1010-1.

El manual de instrucciones, el plan de chequeo y las instrucciones de mantenimiento contienen informaciones y advertencias importantes que deberán ser observadas por el usuario para conservar el estado de seguridad del aparato y garantizar un manejo seguro. La caja, el chasis y todas las conexiones de medida están conectadas al contacto protector de red (tierra). El aparato corresponde a la clase de protección I.

Las partes metálicas accesibles para el usuario están comprobadas con respecto a los polos de red con 2200 V .

Por razones de seguridad, el aparato sin transformador de aislamiento solamente deberá conectarse a enchufes con toma de tierra según las normas en vigor.
El aparato deberá estar conectado a un enchufe de red antes de conectarlo a circuitos de señales de corriente. Es inadmisible inutilizar la conexión del contacto de seguridad.
Como en la mayoría de tubos electrónicos, el tubo de rayos catódicos también produce rayos-γ. Pero en este aparato la dosis iónica es muy inferior al valor permisible de 36pA/Kg.

Cuando haya razones para suponer que ya no es posible trabajar con seguridad, hay que apagar el aparato y asegurar que no pueda ser puesto en marcha. Tales razones pueden ser:
- el aparato muestra daños visibles,
- el aparato contiene piezas sueltas,
- el aparato ya no funciona, -ha pasado un largo tiempo de almacenamiento en condiciones adversas (p.ej. al aire libre o en espacios húmedos),
- su transporte no fue correcto (p.ej. en un embalaje que no correspondía a las condiciones mínimas requeridas por los transportistas).

Condiciones de funcionamiento

El equipo ha sido determinado para ser utilizado en los ambientes de la industria, de los núcleos urbanos y empresas.

Por razones de seguridad, sólo se debe utilizar el instrumento si ha quedado conectado a un enchufe con conexión a masa según normas de seguridad. No está permitido desconectar la línea de protección (tierra). El conector de red debe enchufarse, antes de conectar cualquier señal al aparato.
Margen de temperatura ambiental admisible durante el funcionamiento: +10°C...+40°C. Temperatura permitida durante el almacenaje y el transporte: -40°C...+70°C. Si durante el almacenaje se ha producido condensación, habrá que climatizar el aparato durante 2 horas antes de ponerlo en marcha.
El insrtumento se debe utilizar en espacios limpios y secos. Por eso no es conveniente trabajar con él en lugares de mucho polvo o humedad y nunca cuando exista peligro de explosión. Se debe evitar que actúen sobre él sustancias químicas agresivas. El equipo funciona en cualquier posición. Es necesario asegurar suficiente circulación de aire para la refrigeración. Por eso es preferible situarlo en posición horizontal o inclinada (sobre el asa).

Los orificios de ventilación siempre deben permanecer despejados.

Los datos técnicos y sus tolerancias sólo son válidos después de un tiempo de precalentamiento de 30 minutos y a una temperatura ambiental entre 15°C y 30°C. Los valores sin datos de tolerancia deben considerarse como valores aproximados para una aparato normal.

Garantía y reparaciones

Su equipo de medida HAMEG ha sido fabricado con la máxima diligencia y ha sido comprobado antes de su entrega por nuestro departamento de control de calidad, pasando por una

comprobación de fatiga intermitente de 10 horas. A continuacón se han controlado en un test intensivo de calidad todas las funciones y los datos técnicos.

Por favor contacte con su proveedor en caso de una reclamación durante el período de 2 años de garantía. Los clientes en Alemania pueden realizar sus reparaciones de garantía directamente con HAMEG. En otros paises deberá contactar con su distribuidor habitual.

En caso de reparaciones durante el período de garantía valen nuestras condiciones de garantía, expuestas en nuestra página de internet

http.//www.hameg.com.

El servicio técnico de HAMEG está a su disposición en caso de que precise una reparación o piezas de recambio.

Return Material Authorization – RMA (sólo en Alemania)
Por favor solicite un número RMA por internet o fax antes de reenviar un equipo. Si no dispone de un embalaje adecuado puede pedir un cartón original vacío de nuestro servicio de ventas (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E-Mail: vertrieb@hameg.de).

Mantenimiento

Es aconsejable controlar periódicamente algunas de las características más importantes del analizador de espectros. Sólo así se puede garantizar que la presentación de todas las señales sea tan exacta como lo indican los datos técnicos.

Se recomienda limpiar de vez en cuando la parte exterior del instrumento con un pincel. La suciedad incrustada en la caja, el asa y las piezas de plástico y aluminio se puede limpiar con un paño húmedo (agua con 1% de detergente suave). Para limpiar la suciedad grasienta se puede emplear alcohol de quemar o bencina para limpieza (éter de petróleo). La pantalla se puede limpiar con agua o bencina para limpieza (pero no con alcohol ni disolventes), secándola después con un paño limpio y seco sin pelusa. Después de la limpieza, es aconsejable tratarla con un spray antiestático convencional, idóneo para plásticos. En ningún caso el líquido empleado para efectuar la limpieza debe penetrar en el aparato. La utilización de otros productos puede dañar las superficies plásticas y barnizadas.

Desconexión de seguridad

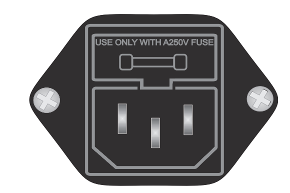
Este aparato viene provisto con una fuente conmutada con circuitos de protección contra la sobrecarga, intensidad y tensión. Después de haberse disparado el circuito de protección se desconecta la alimentación y permanece en esta situación. Fuertes caídas de la tensión de red pueden generar esta misma reacción.

Una reconexión del instrumento sólo es posible, si previamente se ha desconectado el aparato mediante el conmutador de red (tecla roja de POWER) durante 10 segundos.

Tensión de red

El aparato trabaja con tensiones de red alternas de 100V a 240V. Un cambio de tensión no es necesario.
Los fusibles de entrada de red son accesibles desde el exterior. El borne de red y el portafusibles crean una unidad. El portafusibles se encuentra por encima del borne de red de 3 polos.
El cambio de un fusible sólo debe efectuarse, habiendo desconectado el cable de red del borne. Con la ayuda de un pequeño destornillador se apretan hacia adentro las muescas que se encuentran a ambos lados del portafusibles. Véanse también las marcas en la caja. El portafusibles se desplaza gracias a unos muelles y puede ser extraído para cambiar el fusible. Hay que tener precaución que los muelles de contacto que sobresalen en los lados, no sean dañados. La introducción del portafusibles sólo es posible si la muesca inferior está en su posición correcta. El portafusibles se introduce, salvando la presión de los muelles, hasta que las muescas laterales encajan en su posición original. La utilización de fusibles «reparados» o el cortocircuito del portafusibles es ilícito. Cualquier defecto que tuviera el aparato por esta causa, no daría lugar al derecho de garantía.

Tipo de fusible:
Tamaño 5 x 20mm; 250V~
IEC 127, h. III; DIN 41662
(ó DIN 41571, h.3)
Desconexión: lenta (T) 0,8A



¡Atención!
En el interior del aparato se encuentra en la zona de la fuente conmutada un fusible:

Tamaño 5x20mm; 250V~, C;
IEC127, h.III; DIN 41662
(ó DIN 41571, h.3)
Desconexión: rápida (F) 0,5A

¡Este fusible no debe ser repuesto por el usuario!

Principio de funcionamiento

El HM5012-2 / HM5014-2 es un analizador de espectros para un margen de frecuencia de 150 kHz hasta 1050 MHz.

El analizador de espectros permite la detección de componentes espectrales de señales eléctricas en el margen de frecuencias de 0,15 MHz hasta 1,050 GHz. La señal detectada y su contenido debe ser repetitivo. Al contrario que un osciloscopio que opera en modo Yt, en el que se presenta la amplitud sobre un eje de tiempo, el analizador de espectros presenta las amplitudes sobre el eje en frecuencia (Yf). Los componentes individuales de espectro de una señal se hacen visibles sobre el analizador de espectros. El osciloscopio presentaría la señal como una forma de onda resultante.

El analizador de espectros trabaja según el principio de un receptor doble superhet. La señal que se debe medir (FIn=0,15 Mhz hasta 1050 MHz) se aplica al primer mezclador en donde se mezcla con la señal de un oscilador controlado por tensión variable (Fosz de aprox. 1350,7 MHz-aprox 2400,7 MHz). Este oscilador se denomina el primer OL (oscilador local). La diferencia entre el oscilador y la frecuencia de entrada (FLO - FIn= primera FI) es la primera frecuencia intermedia, que pasa a través de un filtro ajustado a la frecuencia central de 1350,7 MHz de una etapa amplificadora. Después le siguen un mezclador, oscilador, amplificador y un filtro de banda para la 2ª frecuencia intermedia de 10,7 MHz. En la segunda etapa de FI, la señal se puede transferir selectivamente a través de un filtro de 1000 kHz, 120kHz o 9 kHz de ancho de banda antes de llegar a un demodulador de AM. La señal se logarítmica (señal de vídeo) y se transfiere directamente o, a través de un filtro de paso bajo a un convertidor analógico digital. Las señales de datos se memorizan en una RAM, en la que se memoriza la señal con la frecuencia más baja en la dirección más baja y la frecuencia más elevada se memoriza correspondientemente en la dirección más elevada.

Los datos de la señal, contenidos en la memoria, se actualizan constantemente (con datos nuevos) y se presentan como señal analógica después de pasar por un convertidor digital analógico. La señal analógica direcciona el amplificador vertical, cuya salida queda conexionada con las placas de deflexión del tubo de rayos catódicos. Con una amplitud de señal creciente, se desvía el haz electrónico en dirección del margen superior del reticulado.
La deflexión X se genera mediante una tensión de un generador de diente de sierra, que viene de la dirección del RAM. La señal que contiene la frecuencia más baja se presenta a la izquierda de la pantalla, la señal con mayor frecuencia al final del desvío del haz o sea a la derecha de la pantalla.
Los datos de señal memorizados, se pueden transferir mediante la conexión serie a un PC.

Nota:
En modo de funcionamiento Zero-Span, no varía la frecuencia de medida y el desvío en dirección X es una función en dominio del tiempo.

Indicaciones de funcionamiento

Antes de poner en funcionamiento el HM5012-2/HM5014-2 es necesario leer el apartado "Seguridad" para poder atender las indicaciones descritas.
No se precisa un conocimiento especial para operar el instrumento. Su panel frontal claro y despejado así como la limitación de su uso a funciones básicas garantiza un manejo eficiente desde el comienzo.

No obstante, hay que seguir unas instrucciones básicas, para asegurar el funcionamiento óptimo del instrumento

El componente más sensible del analizador de espectros es la sección de entrada. Ésta se compone del atenuador de señal, un filtro de paso bajo y el mezclador primario.

Sin atenuación de entrada no debe sobrepasar la tensión acoplada a la entrada +10 dBm (0,7 V_{ef}) C_A ó ±25 V_{CC}. Con una atenuación de entrada máxima de 40dB la tensión alterna no debe exceder +20 dBm.

Estos valores máximos no deben ser sobrepasados o el atenuador de entrada y/o el mezclador previo pueden deteriorarse.

Si se utiliza un reproductor de redes (LISN) se debe proteger la entrada del analizador de espectros mediante un limitador de transientes (HZ560). De lo contrario, se corre el riesgo de deteriorar el atenuador de entrada y/o la primera etapa del mezclador.

Antes de examinar señales sin identificar, tiene que verificarse la presencia de tensiones altas inaceptables. También se recomienda empezar la medición con la atenuación más alta posible y a un margen de frecuencia máximo (0,15 MHz – 1050 MHz). El usuario debería considerar también la posibilidad de amplitudes de señal excesivamente altas, fuera del margen de frecuencias cubierto, aunque no sean presentadas en pantalla (p.ej. 1200 MHz) y que en casos extremos pueden deteriorar la etapa del primer mezclador.

El margen de frecuencia de 0 Hz a 150 kHz no queda cubierto por el equipo. Líneas espectrales dentro de este margen se presentarían con amplitud incorrecta.
Un ajuste a mayor intensidad de la pantalla (FOCUS) no sería necesario ya que las señales "escondidas" entre el ruido pueden estar enmascaradas, ya que el fósforo del TRC se excita más en los puntos en donde se presenta el ruido continuamente. Estas señales se detectan más difícilmente conforme se ensancha el trazo incluso con un ajuste de foco optimizado. La manera en la que las señales se presentan sobre el analizador de espectros normalmente, permite reconocer cualquier señal fácilmente, incluso con una intensidad baja. Además se evita un desgaste en la zona del ruido en la pantalla.

En base al principio de conversión de frecuencia en los analizadores de espectros modernos, se visualiza en pantalla una línea espectral a los 0 Hz, cuando se ajusta una frecuencia central , aún sin señal de entrada acoplada. Esta línea aparece cuando la primera frecuencia OL pasa por los amplificadores y filtros de FI. Esta línea se llama „Zero-Peak" . Se genera por medio del resto de la portadora del primer mezclador (OL). La curva presentada se corresponde a la curva de paso del filtro de paso de banda de la frecuencia central. El nivel de esta línea espectral es diferente en cada instrumento. Una desviación de la pantalla completa, no indica un funcionamiento incorrecto.

Presentación de la señal de test

Nivel de referencia Reticulación

Frecuencia central línea retícula

Memoria A(Sample), B o A-B

Span (RO)

Nivel de referencia (RO)

Nivel de salida del Tracking Generator (RO)

Tracking Generator ON

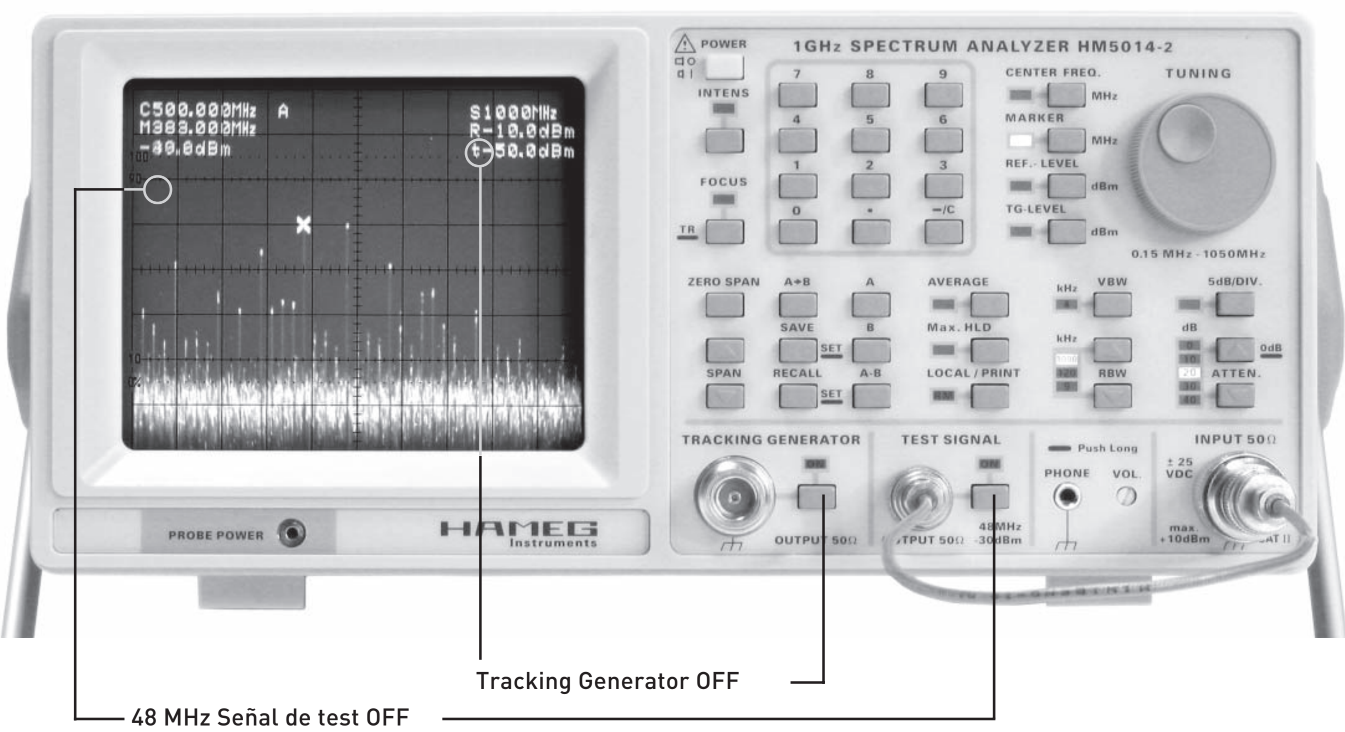
48 MHz Test Signal ON

Nivel Marker (RO)

Frecuencia Marker (RO)

Frecuencia Central (RO)

(RO) = Readout



Mandos de Control y Readout

① **POWER**
Conmutador de red con los símbolos "I" para encendido y "O" para apagado.
Si se posiciona el conmutador en la posición ON (pulsado) se presenta en pantalla a los pocos segundos el logotipo de Hameg y a continuación la versión del la programación interna (firmware). La intensidad de la presentación queda prefijada por fábrica.

Después de presentarse la versión del firmware, se visualizan, si se tiene ajustado la suficiente intensidad, en la parte superior los parámetros y en la parte inferior la línia principal (banda de ruido).

② **INTENS**
Tecla con LED correspondiente
Mediante una breve pulsación se activa el LED INTENS. A continuación sirve el botón de TUNING ⑨ como regulador de la intensidad del trazo. El giro hacia la derecha aumenta la intensidad del trazo, el de la izquierda lo disminuye.

Una intensidad superior aumenta el grosor del trazo y la presentación parece ser menos nítida. Esto se intensifica especialmente en las zonas de la reticulación, pero puede ser reducido con el ajuste de FOCUS ③ .

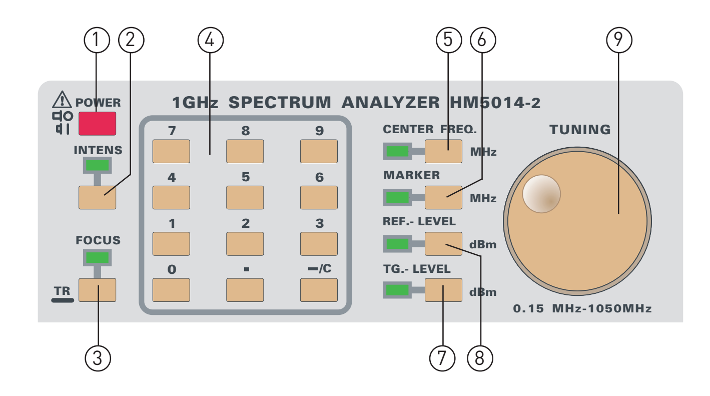
La intensidad del trazo no deberá ajustarse por esta razón más de lo necesario, dado por la iluminación del alrededor.

③ **FOCUS / TR**
Tecla con dos funciones y LED correspondiente

FOCUS
A esta función se accede mediante una breve pulsación, iluminándose el LED situado por encima de la tecla. Mediante el mando de TUNING ⑨ se podrá ajustar entonces la nitidez.
Como el grosor del trazo aumenta con la intensidad, disminuye la nitidez. Esto se puede corregir en cierta manera mediante el ajuste del FOCUS. La nitidez del trazo tambien depende del sitio en el que el haz electrónico se refleja en la pantalla. Si se ha ajustado la nitidez de forma óptima en el centro de la pantalla, ésta disminuye con la distancia del centro.
La función se desactiva y el LED se apaga, si se pulsa otra tecla de funciones (2, 5, 6, 7 ó 8) .

TR
Una pulsación prolongada conmuta de presentación de espectros y parámetros a la presentación de un rectángulo con una línea media vertical y horizontal y la presentación de la palabra TRACE-ROTATION (rotación del trazo); entonces no se ilumina ningún LED. Con el mando de TUNING ⑨ se puede girar el rectángulo por su centro.

El ajuste se deberá efectuar de manera que, la línea central horizontal siga paralelamente la linea de la reticulación interna, para compensar la influencia del magnetismo terrestre sobre el desvío del trazo del tubo. Una variación del posicionamiento del equipo, en relación al magnetismo terrestre, generalmente precisa de una nueva compensación, a pesar de tener el equipo un blindaje metálico importante. Una pequeña desviación en forma de cojín es inevitable, y no influye en la precisión de la medida.



Después de efectuada la corrección, se desactiva esta función, pulsando brevemente la tecla de FOCUS/TR o cualquier otra tecla, que se encuentre en el campo superior y que tenga un LED asignado.

④ **Bloque numérico**
En el bloque numérico se encuentran las teclas con los números 0 a 9, una tecla de punto decimal y una tecla de signo y/o correción ("-/C").

Con la entrada numérica se pueden determinar la frecuencia central FREQUENCY, el nivel de referencia REF.-LEVEL y en el HM5014-2 el nivel de salida del TRACKING GENERATOR (TG-LEVEL). Pero pueden ser modificados/ajustados tambien con el mando de TUNING ⑨.

El ajuste de la frecuencia del MARKER sólo se puede realizar con el mando TUNING ⑨. Si se ilumina el LED del MARKER, la pulsación de las teclas numéricas sólo generará señales acústicas de atención.

Antes de introducir los números, se deberá elegir la función deseada, p. ej. deberá estar iluminado el LED REF.LEVEL, cuando se desee variar el nivel de referencia. Entonces se introducirá el nivel deseado (si preciso con signo negativo). Al introducir el signo (no en FREQUENCY) o del primer número, aparece por debajo de la frecuencia central CENTER FREQUENCY, arriba en el readout la función actual (p.ej. "Ref-Lev:dBm") y por debajo la primera pulsación.

Al finalizar la entrada se deberá volver a pulsar la tecla de funciones en utilización (p.ej. REF.-LEVEL), a efectos de confirmación, sino se presenta "Range?".

Después de introducir un signo o uno o varios números, se puede corregir un fallo en la introducción, pulsando brevemente la tecla "-/C" , y posteriormente se puede volver a introducir el número correcto. La pulsación prolongada sobre la tecla "-/C" elimina completamente los dígitos introducidos y se apaga la indicación de función de readout.

⑤ **CENTER FREQ.**
Tecla con LED correspondiente
Mediante una pulsación sobre la tecla se activa el LED de la frecuencia central CENTER FREQ.. A continuación se puede variar esta frecuencia con el teclado numérico ④ o el mando TUNING ⑨. La frecuencia se presenta en la parte izquierda de la pantalla con el readout (p.ej. C:054.968 MHz).

Las introducciones de la frecuencia central, realizadas mediante el bloque numérico, deberán ser confirmadas pulsando nuevamente la tecla CENTER FREQ. La señal correspondiente a la frecuencia central (Center Frequency) se presenta en el medio de la pantalla, cuando se efectúan

mediciones en un margen de frecuencias, es decir un margen diferente a un Span cero.

⑥ MARKER

Tecla con Led correspondiente
El MARKER se activa mediante una pulsación de tecla, iniciando así la iluminación del LED MARKER. En ese momento, se presenta sobre el espectro un símbolo "X". El Readout presenta en la izquierda superior, por debajo de la frecuencia central, la indicación de frecuencia del MARKER (p.ej. M086.749 MHz) y por debajo de éste la indicación de nivel del MARKER (p.ej. –35.2 dBm) de la señal.

La frecuencia del MARKER y la indicación de nivel, se refiere a la posición actual del símbolo del MARKER ("x"). Se puede desplazar este a la izquierda o a la derecha con el mando TUNING(9) y la marca va siguiendo la señal.

El bloque numérico ④ queda sin efecto, cuando la función de MARKER está activada.

Con SPAN ZERO ⑩ se fija el MARKER ⑥ en el medio de la pantalla. No es posible su desplazamiento y tampoco es necesario, ya que en modo de SPAN CERO se mide sólo una frecuencia.

⑦ REF.-LEVEL

Tecla con LED correspondiente
Con la pulsación se activa el LED REF.-LEVEL-LED. A continuación se puede efectuar una variación del nivel de referencia, con las teclas del bloque numérico ④ o con el mando de TUNING ⑨. Se presenta en pantalla, arriba a la derecha, con la segunda línea de Readout (p.ej. R-34.8 dBm).

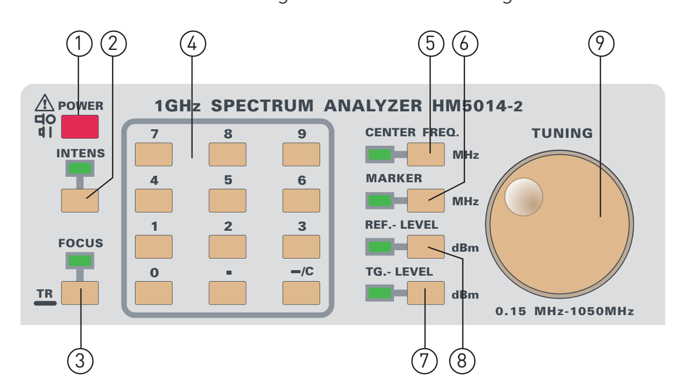
El REF.-LEVEL (nivel de referencia) puede ajustarse de manera, que al efectuar una lectura sea más fácil. Al variar la sensibilidad, no varía REF.-LEVEL.

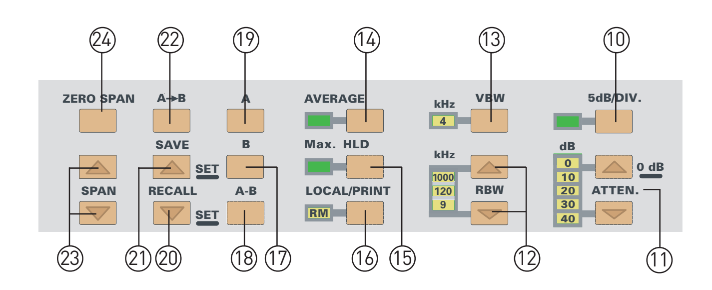
Si la banda de ruido se encuentra en la parte inferior no se podrá aumentar el REF.-LEVEL con el teclado numérico ni con el mando TUNING ⑨ sinó sólo se podrá reducir. Al mismo tiempo se desplaza la banda de ruido hacia arriba, de forma que el margen dinámico presentado se va reduciendo.

La banda de ruido ya no es visible cuando se encuentra en el margen inferior de la retícula y se ha elegido la escala 5 dB/DIV. ㉓. Se puede hacer visible nuevamente reduciendo el nivel de referencia por 40 dB (p. ej. de –30 dBm a –70 dBm).

⑧ TG.-LEVEL

Tecla con LED correspondiente (no contenida en el HM5012-2)
Si el LED de TG.-LEVEL está iluminado, se podrá ajustar el nivel de salida del generador de tracking con las teclas





numéricas ④ o con el mando TUNING ⑨ a valores que se encuentren entre –50dBm y +1dBm. El nivel seleccionado se presenta arriba a la derecha en el readout con „txxxdBm" o „TxxxdBm" .
t = TRACKING GENERATOR OUTPUT desactivado,
T = TRACKING GENERATOR OUTPUT activado.

⑨ TUNING

Mando rotativo
Dependiendo del Led que esté encendido, se pueden variar con el mando TUNING los ajustes de CENTER FREQ., MARKER, REF.-LEVEL o T.G.-LEVEL.

⑩ 5dB/DIV.

Tecla con LED correspondiente
Al pulsar esta tecla se conmuta la escala vertical de 10dB/Div. (LED oscuro) a 5dB/Div. (LED iluminado) y viceversa; el nivel de referencia se mantiene. En vez de tener a disposición la gama de presentación de 80 dB, sólo se tienen a disposición con 5dB/DIV. unos 40 dB .

Indicación:
En la posición de 5dB/Div. puede desaparecer el ruido de la pantalla, pero puede visualizarse nuevamente con un REF.-LEVEL (7) variado.

⑪ ATTN.

Teclas con LEDs correspondientes
Las 2 teclas para el ajuste del atenuador de entrada deberán ser pulsadas brevemente, para variar el ajuste en pasos de 10 dB.
El nivel de señal más elevado (dBm) depende del atenuador de entrada (dB): –20 dBm con 10 dB-, –10 dBm con 20 dB, 0 dBm con 30 dB- y +10 dBm con atenuación de 40 dB. En la posición de 0 dB el nivel de señal máximo presentable es de –30 dBm, pero sólo deberá utilizarse cuando sea absolutamente necesario.

Por favor tenga en cuenta:
En base a que la etapa de entrada es muy sensible, sólo se podrá alcanzar la posición de 0 dB pulsando de forma prolongada y si con anterioridad se había seleccionado la posición de 10 dB. Con ello se pretende evitar la conmutación accidental a la posición de 0 dB.

Se vuelve a incidir en la advertencia, de no sobrepasar las tensiones de entrada máximas permitidas. Esto es especialmente importante, ya que un analizador de espectros, en base a su principio de presentación, sólo puede ser que visualice una parte del espectro de la señal acoplada a la entrada; es decir, pueden existir señales de alto nivel fuera del margen visible o visualizado que deterioren las etapas de entrada.

⑫ RBW

Teclas con LEDs correspondientes
Con las teclas se puede elegir una de los tres anchos de banda del amplificador de frecuencia intermedia (FI) y cuya función se visualiza por el LED correspondiente. Al medir

una señal se utilizan en mayor o menor medida - dependiendo de nivel de señal - los filtros del amplificador de FI y producen, menos en ZEROSPAN, la presentación de la FI de la señal de filtros, con una desviación dependiente del nivel de señal, en dirección vertical.

Dependiendo del ancho de banda de la FI (RBW = Resolution Bandwidth (Ancho de banda de la resolución)), el analizador de espectros será capaz de presentar dos señales senoidales (cuyas frecuencias sólo difieran unos pocos kilohercios) diferenciadas y separadas entre sí. Así se pueden distinguir p.ej. dos señales senoidales con un mismo nivel y una variación en frecuencia de 40 kHz, como dos señales separadas, si se dispone de un ancho de banda de filtro de 9 kHz. Si se midiera con el filtro con ancho de banda de 120 kHz o 1 MHz , ambas señales se presentarían de forma que sólo aparecería una señal.

Un RBW (ancho de banda de resolución) bajo, presenta la señal con más definición del espectro en frecuencia, pero precisa un tiempo superior de oscilación en los filtros. Si este tiempo no es suficiente, porque el SPAN es demasiado grande o porque el tiempo fuera pequeño para el SPAN elegido, el analizador de espectros aumenta automáticamente el tiempo, en el que se realiza el SPAN y le proporciona así más tiempo al filtro para poder oscilar. Pero de ello resulta un frecuencia de repetición de medida más baja.

Si se ha alcanzado la frecuencia de repetición de medida más baja, se presentan las señales con un nivel demasiado bajo por lo que aparecerá el aviso de „uncal". Entonces se deberá reducir la amplitud del margen de medida con el SPAN (p. ej. 1 MHz en vez de 2 MHz). En combinación con el filtro de vídeo de 4kHz activado, se reduce nuevamente el ancho de banda.

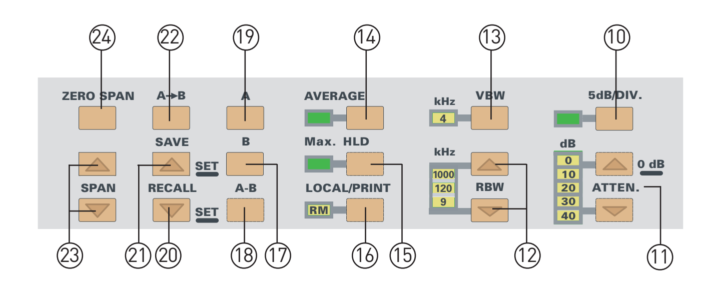
Con un ancho de banda inferior se reduce el ruido y se aumenta la sensibilidad de entrada. Esto se visualiza al conmutar de un ancho de banda de 1000 kHz a 9 kHz, por una amplitud de ruido más baja y su desplazamiento hacia el borde de reticulación inferior.

⑬ VBW

Tecla con LED correspondiente de 4 kHz
El filtro de vídeo (VBW = Videobandwidth) sirve para mediar y reducir así partes de ruído. Al medir valores de nivel pequeños, que tienen una magnitud del nivel medio de ruido, se puede utilizar el filtro de vídeo (paso bajo) para reducir el ruido. Así se pueden reconocer en algunos casos, señales débiles, que desaparecerían normalmente en la banda de ruido.

Indicación:
Se deberá tener en cuenta, que un margen de frecuencia demasiado ancho SPAN, con el filtro de vídeo activado, puede generar valores de amplitud erróneos (demasiado pequeños). La indicación „uncal" avisa esta anomalía; en ese caso se deberá volver a reducir el margen del SPAN. Para ello se deberá centrar la señal en pantalla, mediante el ajuste de la frecuencia central CENTER FREQ. y después se podrá reducir el SPAN.

Si se reduce el SPAN sin posicionar la señal a medir en el centro de la pantalla, puede ocurrir, que la señal se encuentre fuera del margen de medida y no se presentara. Con señales pulsantes, se aconseja no utilizar el filtro de vídeo, para evitar errores de medición (tiempo de oscilación).



⑭ AVERAGE

Tecla con LED correspondiente
Mediante una pulsación sobre la tecla se activa o desactiva la función de AVERAGE conjuntamente con su LED. Si se ilumina el LED, no solamente queda activada la función de AVERAGE, si no también la función de Max.- HLD ⑮. Si Max. HLD queda activado, la función de AVERAGE permanece activa en segundo plano. Esto permite la conmutación directa sin tiempos de espera.
Con la función de AVERAGE activada, se procesa una función matemática de mediación de valores, en la cual se obtiene el valor medio del resultado de las medidas anteriores y de la medida actual. Del resultado de la última media y de la siguiente medida se vuelve a crear un valor mediado y se presenta.
Al activar AVERAGE se cancela la operatividad de otras funciones y estas no pueden ser variadas. Al llamarlas, se obtiene un aviso acústico.
Si el LED de AVERAGE se ilumina y se pulsa la tecla AVERAGE, se apaga el LED y el resultado del cálculo de AVERAGE se borra.

⑮ Max. HLD

Tecla con LED correspondiente
Una pulsación sobre la tecla activa la función de Max. HLD conjuntamente con el LED. Si se ilumina el LED no sólo está activa la función de Max. HLD, si no también la función de AVERAGE ⑭. De otro modo, cuando AVERAGE queda activado, ocurre lo mismo: entonces Max.-HLD queda activo en segundo plano. Como se dispone de las dos funciones al mismo tiempo, es posible la conmutación directa sin tiempos de espera para que se forme la nueva señal.
La función Max.Hold permite la memorización automática de los máximos niveles de señal, capturados por el equipo. La presentación de los resultados de medida sólo se actualizan, cuando un nuevo valor capturado es mayor que el capturado hasta el momento. La función permite la medición real de valores máximos absolutos y de señales de AF pulsados. Con señales pulsadas, se deberá esperar hasta que ya no se realice ninguna actualización del valor de medida. Los valores de medida, más pequeños que valores previos, no se presentan.

Indicación:
Con señales pulsadas es aconsejable trabajar con un SPAN lo más pequeño posible, un ancho de banda de medida RBW grande y el filtro de vídeo VBW desactivado, para que el tiempo de oscilación de los filtros sea lo más breve posible.
Si se ilumina el LED Max. HLD y si se acciona la tecla Max. HLD, se apaga el LED y el valor máximo obtenido con anterioridad se elimina.

⑯ LOCAL/PRINT

Tecla con dos funciones y LED RM correspondiente

LOCAL-Función
A través de la conexión serie RS-232 se puede activar o desactivar el modo de control remoto (Remote). Al trabajar

en modo de control remoto, se ilumina el LED RM y con excepción de la tecla de LOCAL/PRINT quedan desconectados todos los otros elementos de mando. Pulsando una vez sobre la tecla de LOCAL/PRINT, se puede volver de la función de control remoto al estado „local" (LOCAL-mode). Entonces vuelven a ser utilizables todos los mandos.

PRINT-Función
Si no se ilumina el LED RM (LOCAL mode), se puede iniciar mediante una pulsación la documentación de la presentación del espectro en la impresora de un PC conectado. Para ello se deberán dar las siguientes condiciones:

1. La conexión serie del analizador de espectros debe estar conectada con la correspondiente conexión serie de un PC (COM Port).
2. El software adjunto en el suministro del equipo, debe estar activado en el PC y el ajuste del COM Port deberá corresponderse con los ajustes de la conexión del hardware.

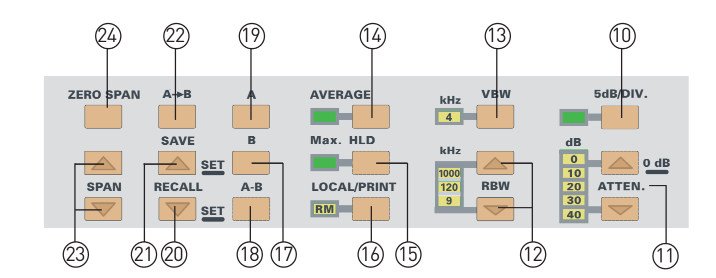
⑰ **B**
Tecla – Después de accionar la tecla B, sólo se visualizará el espectro contenido en la memoria B y el Readout presenta entre otras cosas la letra B. El contenido de la memoria B se pierde al apagar el analizador de espectros. Por esta razón, sólo se podrá activar B si desde el último encendido del analizador de espectros se guardó en memoria un espectro con la función A - B; si no se emitiría un sonido acústico de error . El Readout presenta entonces la letra B.

⑱ **A – B**
Tecla – Esta función sólo se podrá utilizar, si la memoria B contiene un espectro. Entonces se resta el contenido de la memoria de B del espectro actual A y el resultado se presenta en pantalla. Arriba a la izquierda se presenta en pantalla la función A - B.
Con la función A - B se pueden reconocer p. ej. variaciones de niveles de señal, de frecuencia y de forma si se han realizado variaciones conforme a la señal memorizada en la memoria B.
Al activar la función A - B varía automáticamente el nivel de referencia, para posibilitar una mejor lectura. Una corrección manual del nivel de referencia puede compensar la variación automática.

⑲ **A**
Tecla – El analizador de espectros tiene 2 memorias, que quedan especificadas con A y B. En la memoria A se escribe el espectro actual, que queda conectado por la entrada deanalizador INPUT.
Una pulsación sobre la tecla A tiene el efecto que sólo se escriba el espectro conectado actualmente en la memoria, salga a continuación de la memoria y se presente en pantalla. El Readout presenta entre otros la letra A.

⑳ **RECALL / SET**
Tecla con función doble
Indicación: La función RECALL no se puede activar mientras esté activada la función AVERAGE o Max.HLD. Una señal acústica avisa de esta situación.

RECALL:
Con esta función se puede llamar una de las 10 memorias que contienen los ajustes de los mandos. Con ello se puede acceder a los ajustes de los mandos más frecuentes de forma sencilla y rápida.



Pulsación breve: Mediante una breve pulsación se llama la función. Entonces la pantalla presenta arriba a la derecha p. ej. „RECALL9". Mientras se presente RECALL... (aprox. 2 segundos), se pueden elegir las diferentes memorias entre 0 y 9, pulsando la tecla. RECALL o SAVE (21). Al pulsar la tecla SAVE o RECALL se prolonga el tiempo de presentación de la memoria de ajustes utilizada.

Pulsación prolongada: Una pulsación prolongada sólo es realizable, si se precedió de una pulsación breve, que seleccionara una de las memorias. Mientras se está presentando un puesto de memoria, se puede obtener, mediante la pulsación prolongada, el volcado de los ajustes contenidos en la memoria a los mandos. Este proceso queda finalizado al emitirse una señal acústica (2x Beep) .

Cancelación de la función: si se pulsó accidentalmente la tecla, es suficiente esperar 3 segundos para que esta se cancele automáticamente y se abandone la función de RECALL.

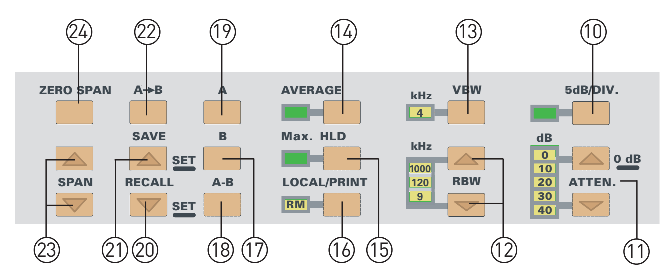
㉑ **SAVE / SET**
Tecla con función doble
Indicación: La función SAVE no se puede activar, mientras esté funcionando el modo AVERAGE o Max.HLD. Una señal acústica avisa esta situación.

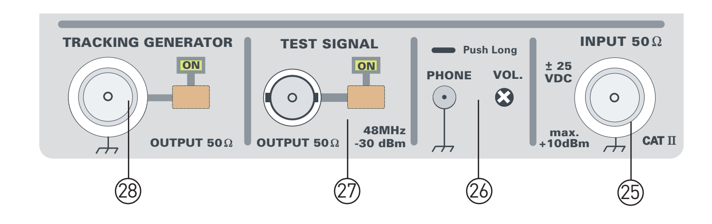
SAVE:
Esta función sirve para la memorización de ajuste completos de los mandos (10 memorias), y las cuales pueden ser recuperadas con RECALL. Con ello se pueden recuperar ajustes de los mandos que se utilizan con frecuencia. La memorización de los ajustes de los mandos, permanece en memoria después de apagar el equipo.

Pulsación breve: Mediante una breve pulsación se puede llamar la función. Entonces se presenta en pantalla, arriba a la derecha p. ej. SAVE5. Mientras que se tenga visible el SAVE...(aprox. 2 segundos), se puede variar la memoria utilizada con una breve pulsación sobre la tecla SAVE o RECALL (20) y elegir entre la memoria 0 y 9. Al pulsar la tecla SAVE o RECALL para elegir una de las memorias, se prolonga el tiempo de presentación de la memoria utilizada.

Pulsación prolongada: Una pulsación prolongada sólo será posible, si fué precedido por una pulsación breve, que originó la presentación en pantalla de una memoria de ajuste! Mientras se esté presentando una memoria, se podrá memorizar mediante una pulsación prolongada el ajuste de los mandos. El proceso queda finalizado al emitirse una señal acústica (2x Beep) .

Cancelación de la función: Si se pulsó accidentalmente la tecla, es sufuciente con esperar unos 3 segundos. Después de este tiempo, se abandona automáticamente la función de SAVE.





㉒ **SPAN**

Teclas – Con las teclas se puede aumentar (tecla superior) o disminuir (tecla inferior) el SPAN (margen de medida). El SPAN puede seleccionarse entre 1 MHz y 1000 MHz en pasos de 1-2-5 y determina en combinación con el ajuste de la frecuencia central FREQUENCY ⑤ la frecuencia de inicio (margen izquierdo de la retícula) y la frecuencia de paro (margen derecho de la retícula).

Ejemplo: Con un ajuste de frecuencia central de 300 MHz y un SPAN de 500 MHz, se mide desde 50 MHz (300 MHz – SPAN/2) hasta 550 MHz (300 MHz + SPAN/2).

Indicación: El equipo ha sido programado para adaptar de forma óptima el tiempo de barrido en dependencia de Span, filtro de resolución RBW y filtro de vídeo VB). Si no se puede reducir más, se presenta en el readout UNCAL para indicar que los valores de amplitud no se presentan de forma real en pantalla.

㉓ **A → B**

Tecla – Bajo la condición, que se presente en la izquierda superior de la pantalla la letra A, se obtiene sólo la presentación de la señal (actualmente) acoplada a la entrada (INPUT) de analizador de espectros. El espectro introducido como señal analógica, se digitaliza en el equipo, se escribe en la memoria A y se presenta posteriormente en la pantalla de forma analógica.

Al pulsar la tecla A→B se copia el contenido de la memoria actual A en la memoria B. Al mismo tiempo se realiza la conmutación de la indicación a la memoria B. La pantalla presenta entonces arriba a la izquierda la letra B y la presentación A que existía al pulsar la tecla A→B se presenta ahora contínuamente bajo la letra B.

Después de transferir la señal actual de A hacia B se puede conmutar a continuación con la tecla A ⑮ a A (indicación actual) o con la tecla A-B ⑱ a A-B (presentación actual menos la señal en memoria B). La señal remanente en la memoria B se pierde al desconectar el analizador de espectros.

㉔ **ZERO SPAN**

Tecla – Con la tecla ZERO SPAN (inglés Span = perímetro de margen de medida, Zero = cero) se puede activar o desactivar la función de perímetro de margen de medida cero. Al desconectarlo se vuelve a obtener el último Span utilizado. Con el ZERO SPAN activado, la línea superior del READOUT presenta a la derecha ZERO-SP. El analizador simula ser un medidor de niveles selectivo, es decir, sólo se mide en la frecuencia seleccionada con FREQUENCY ⑤ y no en un SPAN con un margen amplio de medida. ZERO SPAN se puede desconectar también accionando una de las dos teclas de SPAN ㉒.

㉕ **INPUT 50 Ω**

Borne tipo N – Entrada de 50-Ω-analizador de espectros. Sin atenuación no deben sobrepasarse los ±25 V de tensión contínua o +10 dBm. Con la atenuación máxima (40 dB) se pueden introducir como máximo +20 dBm. Estos valores límite, no pueden sobrepasarse !

La conexión externa del borne tipo N queda conectado con el chasis y galvánicamente al polo de tierra.

㉖ **PHONE**

Borne con ajuste de volumen – El borne PHONE queda determinado para el uso de unos auriculares con impedancia de ≥8 Ω y es apto para un conector tipo banana de 3,5 mm. El volumen se puede modificar con un destornillador en el ajuste marcado con VOL. (Volume = volumen). La señal que suministra este borne proviene de un demodulador de AM y facilita p. ej. en las preinvestigaciones la identificación del ruido. Si se ha conectado a la entrada del analizador de espectros una antena, se puede ajustar la frecuencia mediante el ZERO-SPAN a una emisora específica. Se deberán tener en cuenta las predeterminaciones legales de cada país, en dónde se utilice esta prestación.

㉗ **TEST SIGNAL**

Borne BNC con tecla y LED correspondiente

En este borne BNC se puede obtener, incluso sín el LED iluminado, una señal de banda ancha con muchos espectros. Se puede conectar directamente a la entrada del analizador de espectros, mediante un cable de 50 Ω, y utilizar para la comprobación de las funciones de la entrada del analizador de espectros.

Con la salida activa (Output), se dispone, adicionalmente a la señal de banda ancha, de una señal de 48 MHz con nivel de aprox. –30 dBm. Ver "Test Signal Display"!

㉘ **TRACKING GENERATOR**

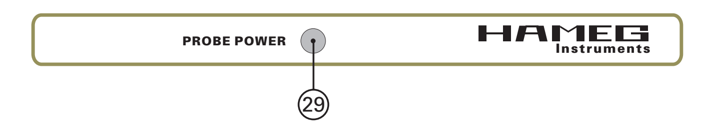
Borne N y tecla OUTPUT con LED ON (no disponible en el modelo HM 5012-2)

Después de poner en marcha el equipo, el generador de seguimiento está desactivado, para proteger equipos conectados a el. El Readout indica esta situación con una pequeña "t". Pulsando sobre la tecla OUTPUT se activa el generador de seguimiento. En el Readout aparece ahora una "T" grande situada ante el nivel y el LED ON se ilumina. Al volver a pulsar la tecla OUTPUT se desconecta el generador de seguimiento.

La señal de salida de forma senoidal sale del borne N con una impedancia de 50 Ω. La frecuencia de la señal senoidal es siempre igual a la frecuencia de recepción del analizador de espectros; es decir siempre es un generador de seguimiento.

㉙ **PROBE POWER**

El borne de PROBE POWER tiene un diámetro de 2,5 mm y sólo puede ser utilizado para alimentar las sondas de campo cercano HAMEG HZ530. En el polo interno hay una tensión contínua de +6 V con el polo exterior, que queda conectado con el potencial de referencia de medida (PE) y sólo debe ser cargado con un máx. de 100 mA.



Primeras mediciones

Ajustes: Antes de conectar una señal desconocida a la entrada de medida, se deberá comprobar que esta señal no lleve componentes de tensión contínua de >±25 V y que la amplitud máxima de la señal a medir se inferior a +10 dBm.

ATTN. (Atenuación de entrada): como medida de precaución contra la sobrecarga de la etapa de entrada, es conveniente empezar con una atenuación de entrada de 40 dB (LED 40 dB se ilumina).

Ajuste de la frecuencia: Ajustar CENTER FREQ. en 500 MHz (C500 MHz) y elegir un SPAN de 1000 MHz (S1000 MHz) .

Escala vertical: La escala vertical deberá ser 10 db/div., para que se tenga el margen de presentación más grande; el LED de 5 dB/DIV. no deberá entonces iluminarse.

RBW (Ancho de banda de resolución): Al iniciar una medición, es conveniente tener encendido el filtro de 1000kHz y apagado el filtro de vídeo (VBW) .

Si no se visualiza ninguna señal y sólo se ve la linea de ruido básico, se puede ir reduciendo paulatinamente la atenuación de entrada, para posibilitar la visualización de niveles de entrada más bajos. Si se desplaza la línea de ruido básico (banda de ruido) hacia arriba, puede ser un indicio para la existencia de una línea espectral situada fuera del margen de frecuencia y con una amplitud demasiado elevada.

El ajuste del atenuador debe orientarse por la señal más elevada conectada a la entrada de medida (INPUT) , por lo tanto no por el ZERO-PEAK. El ajuste óptimo del equipo se obtiene, cuando la señal más elevada (margen de frecuencia 0 Hz hasta 1000 MHz) alcanza la línea de la retícula más elevada(línea de referencia) pero no la sobrepasa. Si se sobrepasa esa línea, se deberá utilizar una atenuación de entrada adicional y/o se deberá utilizar un elemento externo adecuado en atenuación y potencia.

Las mediciones en modo de Full-SPAN (S1000MHz) se efectúan normalmente para otener una vista general y evaluar la situación general. Un análisis exhaustivo, sólo es posible con un SPAN reducido. Para ello se deberá situar la señal que interesa, variando la frecuencia central (CENTER FREQ.), al medio de la pantalla y después se puede reducir el SPAN. A continuación se podrá reducir el ancho de banda de la resolución (RBW) utilizar si fuera necesario el filtro de vídeo. La indicación de UNCAL no deberá aparecer, ya que si no se puede estar midiendo con un error.

Lectura de los valores de medida: Para constatar los valores de medida de forma numérica, se utiliza el marker. Para ello se posiciona el marker mediante el mando giratorio (con el LED MARKER iliminado) sobre la punta de señal que interesa, y se efectúa la lectura de los valores de marker para frecuencia y nivel que aparecen en pantalla. El valor de nivel presentado, tiene automáticamente en cuenta el nivel de referencia (REF.-LEVEL) y la atenuación de entrada (ATTN) .

Si se desea capturar un valor de medida sin la utilización del marker, se deberá obtener primero la distancia en dB, desde la línea de la retícula superior que corresponde al nivel de referencia presentado en el readout (R....dBm) , hasta la punta de la señal. Se deberá tener en cuenta, que la escala puede ser de 5 dB/Div. o de 10 dB/Div.. El nivel de la señal de 48MHz presentada en la página correspondiente a „Test Signal Display" se encuentra aproximadamente unas 2,2 divisiones debajo del de la línea de referencia de –10 dBm. Con una escala de 10 dB/div. , 2,2 Div. se corresponden a un valor de 22dB. El nivel de señal tiene entonces un valor de –10 dBm – (22 dB) = -32dBm.

Introducción en el análisis espectral

El análisis de señales eléctricas es una de las tareas fundamentales de muchos ingenieros y científicos. Aún cuando el problema inmediato no es eléctrico en muchas ocasiones, se cambian los parámetros fundamentales de interés, en señales eléctricas con ayuda de transductores. Esto abarca a los transductores para magnitudes mecánicas como la presión o la aceleración, asi como los que transforman procesos biológicos o químicos. La transformación de magnitudes físicas posibilita a continuación la investigación de varios fenómenos en el ámbito del tiempo y de la frecuencia.

El sistema tradicional de observar señales eléctricas es el de observarlos en dominio de tiempo y amplitud mediante un osciloscopio. El dominio en el tiempo se utiliza para recoger información relativa en tiempo y en fase para caracterizar el comportamiento de la circuitería eléctrica. Sin embargo, no se pueden caracterizar suficientemente todos los circuitos, como p. ej. en la presentación de una forma de señal, compuesta de varias partes de onda senoidal con diferente frecuencia y amplitud cada una. Un osciloscopio sólo detectaría la suma de todas las partes y las partes de frecuencia y amplitud de cada una no serían visibles.

El analisis de fourier permite demostrar, que se pueden presentar funciones periódicas en tiempo como sobreposicionamientos de funciones armónicas periódicas. Con ello se puede relacionar en frecuencia cualquier función en tiempo complicada con una función espectral característica. Estas informaciones se obtienen optimamente mediante un analizador de espectros. Estos presentan las señales en dominio de frecuencia (Yf = Amplitud - Frecuencia). Se presentan los diferentes componentes espectrales y sus amplitudes correspondientes.

La alta sensibilidad de entrada y el margen amplio de dinámica del analizador de espectros posibilitan el análisis de señales, que no pueden ser presentadas por un osciloscopio. Lo mismo ocurre cuando se pretenden comprobar distorsiones de señales senoidales, modulaciones de amplitud bajas y mediciones en el ámbito de la tecnología de AM y FM, como frecuencia de portadoras, frecuencia de modulación o mediciones del grado de modulación. Asi mismo se pueden caracterizar de forma fácil los convertidores de frecuencia en relación a sus pérdidas de transmisión y distorsiones.

La respuesta de un filtro y de un amplificador son ejemplos de mediciones en el dominio de la frecuencia con analizadores de espectro. Estas mediciones se simplifican con ayuda de un generador de tracking.

Principios básicos sobre los analizadores

Los analizadores de espectros se pueden diferenciar por dos sistemas básicos: vobulados o sintonizados así como analizadores de tiempo real. Los analizadores de tiempo real

según el principio de la transformación de Fourier discreta se componen de una circuitería en paralelo de una multitud de indicadores selectivos en frecuencia. Se presentan tantas frecuencias selectivas en pantalla como de filtros se dispone. El límite de la rentabilidad se alcanza según la cantidad y calidad de los filtros, relativamente rápido.

Casi todos los modernos analizadores de espectros, trabajan por el método de sobreposicionamiento superheterodino. Uno de los procesos es el de sintonizar la frecuencia central de un filtro de banda de paso, con el margen de frecuencia deseado. Un detector genera entonces una desviación vertical en pantalla y un generador con barrido variable se encarga de la sintonización sincrónica de la frecuencia central del filtro y de la desviación horizontal. Este simple método es relativamente económico, pero abarca algunas desventajas en relación a la selección y la sensibilidad; p. ej. a causa del ancho de banda inconstante en filtros sintonizados.

Los analizadores de espectros más comunes se diferencian p. ej. por que se utiliza para la selección un filtro de paso de banda con frecuencia central fija (ZF). Deja pasar en cada momento esa parte que corresponde a la función bajo análisis, para la que se define $f_{inp}(t) = f_{LO}(t) \pm f_{ZF}$. Mediante la transformación a una frecuencia central fija, se evitan las desventajas del método de los filtros de paso de banda sintonizables.

La gama de frecuencia utilizable y la sensibilidad límite de un analizador de espectros dependen en gran parte del concepto y de la realización técnica. La etapa de entrada de AF queda determinada por los atenuadores de entrada, los filtros de entrada, el mezclador y el oscilador local (LO).

La señal que se desea analizar, llega a través de los atenuadores de entrada complementarios de 10dB, al filtro de entrada. Este filtro se encarga de: evitar la recepción múltiple de una señal, la recepción directa de la frecuencia intermedia y suprime el efecto de retorno del oscilador a la entrada. El mezclador de entrada actúa conjuntamente con el oscilador sintonizable (1er oscilador local) al convertir las señales de entrada. Determina la característica en frecuencia y la de dinámica del aparato.

El analizador trabaja como un receptor de banda reducida sintonizado electrónicamente. La sincronización en frecuencia se realiza mediante un oscilador local (1. LO; ,,Local Oscillator"), cuya señal alcanza la la primera etapa del mezclador. El espectro de frecuencia completo disponible a la entrada del analizador de espectros, alcanza también la etapa del 1. mezclador . En la salida del 1. mezclador se tienen las siguientes señales:

1. Señal (fLO) del 1. oscilador local (1. LO), cuyas frecuencias siempre deberán estar aproximadamente 1350,7 MHz por encima de la frecuencia de entrada deseada. La frecuencia del 1. LO es para 0 kHz entonces 1350,7 MHz (0 kHz + 1350,7 MHz). Con 150 kHz deberá tener 1350,85 MHz (150 kHz + 1350,7 MHz) y con 1050 MHz son 2400,7 MHz (1050 MHz + 1350,7 MHz).

2. Espectro de entrada (f_{inp}), así como se tiene en la entrada del analizador y se guía hacia el mezclador de entrada pasando por los atenuadores de entrada (margen de medida especificado: 150 kHz hasta 1050 MHz).

3. Suma de producto de mezcla del 1. LO (fLO) y del espectro total de entrada (f_{inp}). Al medir una frecuencia de 150kHz la frecuencia del 1. LO es de 1350,85 MHz; la suma es entonces 1351 MHz. Para 1050 MHz la frecuencia del 1. LO es 2400,7 MHz y la suma es 3450,7 MHz.

4. Diferencia del producto de mezcla del 1. LO (fLO) y del espectro de entrada total (f_{inp}). Con 150 kHz la frecuencia del 1. LO es 1350,85 MHz, lo que resulta ser una diferencia de 1350,7 MHz (1350,85 MHz – 150 kHz). En el caso de 1050 MHz (2400,7 MHz – 1050 MHz) la diferencia sería nuevamente 1350,7 MHz.

Después de la primera etapa de mezcla, las señales anteriormente descritas llegan al filtro de la frecuencia central. La frecuencia central de este filtro tiene 1350,7 MHz. Así sólo podrá llegar la diferencia del producto de mezcla, que tiene 1350,7 MHz y la señal del 1. LO – al sintonizar a 0 kHz = 1350,7 MHz - a la salida del filtro, desde dónde se continúa procesando la señal.

Nota: La señal del 1. LO con „0 kHz" no se puede evitar y puede tener ruido en mediciones con una resolución con un ancho de banda de 1 MHz (RBW) en el margen de 150 kHz hasta aprox. 2,5 MHz. Con un ancho de banda de resolución inferior, se pueden evitar estos efectos.

Al medir se diferencia entre Zero-Span (margen de medida = 0) y un span diferente a cero (margen de medida) .

Se dan las siguientes condiciones, dependiendo si se mide con o sin SPAN:
En modo de funcionamiento de Zero-Span, el primer oscilador local (1. LO) genera una frecuencia estable, que debe ser en 1350,7 MHz superior que la frecuencia de entrada que se desea analizar. El analizador presenta entonces sólo la frecuencia de entrada deseada y las partes de frecuencia, que dependiendo del ancho de banda de resolución seleccionado (RBW), pasan por los filtros de la frecuencia central (ZF).

Si no se trabaja en modo Zero-Span, se presenta un margen de frecuencia, cuya anchura depende del ajuste de Span seleccionado. Si la frecuencia central es 500 MHz y el Span es 1000 MHz (full span), la medición se inicia - presentándola en el borde izquierdo – con 0 kHz y finaliza – con la presentación en el borde derecho - con 1000 MHz. Con este ajuste se eleva la frecuencia del 1. LO linealmente en tiempo de 1350,7 MHz a 2400,7 MHz, hasta que se ha efectuado un barrido y se inicia el siguiente.

Entre el margen de frecuencia que se desea analizar (margen del SPAN) y el ancho de banda de la resolución (RBW), existen relaciones físicas, que pueden generar presentaciones de niveles de señal demasiado bajos. Estos errores aparecen, cuando no se mantienen las condiciones necesarias (tiempo de oscilación) solicitadas por los filtros ZF y/o de vídeo (el tiempo de medida es demasiado corto). La indicación UNCAL. avisa esta circunstancia.

Requisitos en un analizador de espectros

Las diferentes aplicaciones posibles de los analizadores de espectros exigen características múltiples, que son en casos excluyentes entre si o que sólo son realizables en base a un esfuerzo económico y técnico elevado.
El campo de aplicaciones de los analizadores de espectros se centra especialmente allí, en donde la precisión y la capacidad de resolución en tiempo y la dinámica inferior de un osciloscopio no alcanza. para efectuar análisis de señales.
No se contrarrestan en ese sentido el margen de sintonización de frecuencia, las exigencias a los filtros entre banda estrecha y "full span" asi como una sensibilidad de entrada elevada. Pero son dificiles de realizar conjuntamente con una resolución elevada, gran estabilidad, un comportamiento en frecuencia plano y un factor de ruido mínimo.

Medición de frecuencia

Los analizadores de espectros posibilitan las mediciones de frecuencia en el modo SPAN y en modo SPAN desactivado (Zero-SPAN). En modo SPAN se puede observar todo el margen de frecuencia con ,,full span" (SPAN: 1000 MHz) y se puede determinar de forma aproximada la frecuencia de una señal. A continuación se puede utilizar esta frecuencia como CENTER FREQ. y se puede efectuar la presentación de la señal con un SPAN más pequeño.
Como más pequeño sean el SPAN y la resolución de ancho de banda (RBW), más precisión tendrá la medición de frecuencia, ya que entonces aumenta la precisión de la indicación y del MARKER (RBW).
En ,,Zero Span" y con la resolución de ancho de banda más pequeña es suficiente ajustar la señal, que se presenta sin modular como una línea horizontal contínua, con el mando de CENTER FREQ. a un nivel máximo y efectuar la lectura de su frecuencia. El analizador trabaja entonces como un receptor sintonizado a una frecuencia discreta con anchos de banda seleccionables.

Estabilidad

Es importante que el analizador tenga una estabilidad en frecuencia superior a la de la señal que se pretende analizar. La estabilidad depende de la estabilidad del oscilador local (LO). Se distingue entre estabilidad a tiempo corto y largo. Una medida para la estabilidad a tiempo corto es la FM-residual. Se determina normalmente en Hzpp. Bandas de ruido laterales son una medida para la pureza espectral del oscilador local y influyen también en el factor de la estabilidad a corto tiempo del analizador. Se especifican mediante una atenuación en dB y una distancia en Hz, referenciados a la señal a tratar con una ancho de banda de filtro determinado.
La estabilidad a tiempo largo de un analizador de espectros se determina esencialmente por la variación en frecuencia del oscilador local. Es una medida para saber en cuanto varía la frecuencia dentro de un tiempo determinado. Una variación en frecuencia de máx. 150 kHz/h., como tiene el HM5012/14, es un valor muy bueno para un aparato, que no utiliza un sintetizador para la sintonización.

Resolución

Antes de poder medir la frecuencia de una señal con el analizador de espectros, se deberá determinar la señal o identificarla. Identificarla quiere decir, el poderla separar de las señales vecinas. Esto es una condición previa para muchas aplicaciones con el analizador, y se determina basicamente por el ancho de banda de filtro de la frecuencia central más pequeño.

Los valores más importantes para la separación de dos lineas espectrales con una amplitud diferente e importante, son el ancho de banda y la pendiente de los filtros de frecuencia central. El ancho de banda se indica con la frecuencia, en la que el nivel de la señal cae en relación a la frecuencia central por 3 dB. La relación del ancho de banda de 60 dB con la de 3 dB se denomina factor de forma. Se define: como más pequeño sea el factor de forma, mejor será la capacidad del analizador de espectros para separar las señales vecinas.

Si p. ej.: (dos señales con diferencia en amplitud de 60 dB) el factor de forma de un filtro del analizador es de 15:1, entonces se deberán diferenciar en frecuencia por un factor de 7,5 del ancho de banda de filtros para ser identificables individualmente. Si no, aparecerían como una señal en pantalla.

El factor de forma no es el único para determinar la identificación de dos señales vecinas con amplitud diferente. La separabilidad se influencia también por la FM-residual y la pureza espectral de los osciladores internos. Estos generan ruidos y empeoran asi la resolución alcanzable. Los ruidos colaterales se visualizan en los márgenes de los filtros de la frecuencia central y empeoran con ello la atenuación de rechazo de los filtros de la frecuencia central.

Si el ancho de banda de la frecuencia central más pequeña es p. ej. 10 kHz, se deberá separar la distancia en frecuencia en dos lineas espectrales, igualmente 10 kHz. Esto es porque el analizador presenta su propia curva de frecuencia central, cuando detecta una señal en el espectro. Ya que la resolución del analizador de espectros queda determinada por su ancho de banda de filtros de la frecuencia central (ZF), se podría deducir que con un ancho de banda de filtros infinitamente estrecho, se obtendría una resolución infinita. Pero el ancho de banda de ZF utilizable, queda limitado por la estabilidad del analizador de espectros (FM-residual). Es decir, con una FM-residual del analizador de p. ej. 10 kHz, el ancho de banda de ZF más pequeño utilizable para determinar una señal singular de 10 kHz es igualmente de 10 kHz. Un filtro de ZF más estrecho presentaría, en este caso más de una linea espectral en pantalla, una imagen inestable (según la velocidad de vobulación) o una señal defectuosa. Existe una limitación adicional para el ancho de banda del filtro: la velocidad de muestreo o de Scan en relación al ancho de banda del filtro seleccionado: como más estrecho sea el ancho de banda del filtro, más pequeña deberá ser la velocidad de Scan, para que el filtro oscile correctamente.

Si la velocidad de Scan se elige demasiado grande, es decir que el filtro no ha podido alcanzar su oscilación correcta, se presenta una amplitud errónea del espectro. Generalmente se presentan entonces las lineas espectrales con una amplitud reducida.

Ruido

La sensibilidad es una medida que determina la capacidad del analizador de espectros para medir señales pequeñas. La sensibilidad máxima queda determinada por el ruido propio del equipo. Aqui se diferencian esencialmente dos grupos: ruido térmico y no-térmico. El ruido térmico se describe mediante la ecuación: $P_N = K \times T \times B$

Con: P_N = Potencia de ruido en vatios
K = Constante de Boltzmann ($1{,}38 \times 10^{-23}$ Joule/K)
T = Temperatura absoluta (K)
B = Ancho de banda del sistema en Hz

Esta ecuación demuestra, que la magnitud del ruido es directamente proporcional al ancho de banda. De esto se deduce, que una reducción de ancho de banda de los filtros por una década, reduce el ruido en 10 dB, lo que conlleva una subida de sensibilidad del sistema en 10 dB.

Todas las otras fuentes de ruido del analizador, son supuestamente no-térmicas. Las emisiones indeseadas, distorsiones en base a lineas características no-lineales y adaptaciones erróneas son fuentes de ruido no-térmicas. Bajo calidad de transmisión se entiende normalmente las fuentes de ruido no-térmicas, a las que se suma el ruido térmico, para obtener la cuota total de ruido del sistema. Este ruido, visible en pantalla, determina la sensibilidad del analizador de espectros.

Como el nivel de ruido varía con el ancho de banda, es necesario utilizar el mismo ancho de banda de filtros, cuando se desea comparar la sensibilidad de 2 analizadores. Los analizadores de espectros se vobulan en una banda de frecuencia ancha siendo en si instrumentos de medida de banda estrecha. Todas las señales incluidas en el margen de frecuencias de un analizador de espectros, son convertidas a una frecuencia intermedia pasando asi por los filtros de ZF. El detector posterior al filtro de ZF sólo contempla la parte de ruido, contenido en el ancho de banda estrecho del filtro. Por esta razón, sólo se presenta en pantalla el ruido, contenido dentro del margen de paso del filtro de ZF. Cuando se efectúan mediciones de señales discretas, se alcanza la sensibilidad máxima con el filtro de ZF más estrecho.

Filtro de vídeo

La medición de señales pequeñas puede ser dificultosa, cuando la amplitud de la señal se encuentra en el mismo nivel como el ruido medio del analizador de espectros. Para visualizar mejor las señales en estos casos, se puede activar adicionalmente en la circuitería interior un filtro de vídeo. Este filtro, media el ruido interno del analizador de espectros, con un ancho de banda de unos pocos kHz. Así se puede visualizar, en algunos casos, las señales, que quedan escondidas en el ruido general.

Cuando el ancho de banda de ZF es muy estrecho en relación al ajuste de SPAN seleccionado, no es conveniente activar el filtro de vídeo, ya que podría generar una amplitud reducida, a causa de la limitación del ancho de banda. (El readout presenta mediante la indicación de UNCAL., que hay una combinación de parámetros no admitidos).

Sensibilidad - Nivel de entrada máximo

Las especificaciones de la sensibilidad de entrada de un analizador de espectros son arbitrarias. Una posibilidad de especificación es la de definirla como el nivel, en la que la potencia de la señal se corresponde al nivel medio de la potencia de ruido del analizador. Como el analizador mide siempre la señal con el ruido, aparece la señal a medir 3dB por encima del nivel de ruido.

La tensión de entrada máxima admitida en un analizador de espectros, es el nivel que lleva al deterioro de la etapa de entrada (Burn Out). Para el mezclador está en +10 dBm y para el atenuador de entrada está en +20 dBm. Antes de alcanzar el nivel de ,,burn out", se inicia una compresión de amplificación en el analizador de espectros. Esta no es crítica, mientras no se sobrepase una compresión de 1dB.

El analizador de espectros además distorsiona a causa de la sobrecarga. Aumenta el peligro de sobrecargar accidentalmente la etapa de entrada, ya que las lineas espectrales presentadas individualmente en pantalla varían casi inperceptiblemente, incluso en el momento del inicio de la compresión. En cualquier caso, la presentación de las amplitudes ya no se corresponde con la realidad.

Cada análisis de señal viene acompañado con alguna distorsión, generado por las características no-lineales de la etapa de entrada. La magnitud queda en superior a 75 dB por debajo del nivel de entrada, en el HM5012-2/5014-2, mientras que este no supere los –30 dBm. Para poder trabajar con señales de entrada superiores, se ha antepuesto al mezclador un atenuador de entrada. La señal de entrada mayor, que el analizador de espectros puede aceptar en cualquier posición del atenuador y sin sobrepasar un determinado nivel de distorsión, se denomina "nivel de entrada óptimo". Se atenúa de tal forma la señal, de manera que el mezclador no recibe un nivel superior a los –30dBm. De otra forma no se mantiene las especificaciones de distancia de los armónicos de 70dB. Estos 70dB de margen libre de distorsiones se denominan también gama de dinámica utilizable del analizador de espectros. Como diferenciación se define el margen de presentación (visualizable) como la relación del nivel más grande hasta el más pequeño presentado al mismo momento, sin que se presenten en pantalla productos de intermodulación del analizador.

El margen dinámico máximo de un analizador de espectros, se puede obtener de sus especificaciones. La primera indicación se obtiene por medio de las distorsiones. El valor para los modelos HM5012-2 y HM5014-2 es mayor que 70 dB hasta un nivel de –30 dBm a la entrada y con una atenuación de entrada de 0dB. Para poder utilizar estos valores, el analizador debe poder reconocer niveles de –100 dBm. El ancho de banda FI necesario no debe ser muy estrecho, ya que si no se presentan dificultades a causa de ruidos de banda lateral y FM-residual. El ancho de banda de FI de 9 kHz es suficiente para presentar las lineas espectrales con este nivel. El margen de medida libre de distorsiones puede ser ampliado mediante una reducción del nivel de entrada. La única limitación se da a causa de la sensibilidad del analizador de espectros. El margen dinámico más amplio se alcanza, cuando la línea espectral con el nivel más alto, justo no sobrepasa el nivel de referencia.

Respuesta en frecuencia

La respuesta en frecuencia de un analizador de espectros se describe por su estabilidad en amplitud, a lo largo de la frecuencia. Para obtener la mejor respuesta en frecuencia posible, se deben mantener las pérdidas del mezclador lo más independientes posible de la frecuencia. Para las presentaciones de amplitud con precisión, la respuesta deberá presentar mínimas variaciones en la totalidad del rango. Pero justamente esta condición genera una técnica complicada. El sistema ya deberá ser muy lineal en frecuencia por su principio de diseño, ya que las variaciones sólo se pueden eliminar dificilmente mediante calibraciones. La tarea de un analizador, es medir diferentes niveles de señal con diferentes frecuencias, precisa una variación de frecuencia estrecha; si no, su campo de utilidad quedaría mermado.

Generador de seguimiento (sólo HM 5014-2)

Los generadores de seguimiento (Tracking Generator) son generadores especiales, en los que la frecuencia de la señal de salida se controla por el propio analizador de espectros. Asi se genera una señal de salida, que concuerda exactamente con la sintonización (tuning) del analizador de espectros. Por

esta causa, el generador de seguimiento (sólo incluido en el HM5014) amplía las posibilidades de utilización de un analizador de espectros. En el modo de ,,full-scan", el generador de seguimiento genera una señal que barre todo el margen de la frecuencia disponible. Si se utiliza un Span inferior, se genera una señal senoidal, cuya frecuencia varía a la par, con el ajuste de la frecuencia central del analizador de espectros.

La razón del seguimiento exacto (tracking) entre la frecuencia direccionante y la generada se encuentra en que el generador de seguimiento y el analizador de espectros son controlados por el mismo oscilador que a su vez es direccionado por la tensión; esto quiere decir que los dos aparatos son sincronizados a través del oscilador local del analizador de espectros. La señal de salida del generador de seguimiento se genera mezclando las señales de dos osciladores. Una señal se genera en el propio generador de seguimiento, la otra en el analizador de espectros. Si la frecuencia generada por la mezcla es igual a la frecuencia intermedia del analizador de espectros, entonces la frecuencia de salida es igual a la frecuencia de entrada del analizador de espectros. Esta condición es válida para todos los modos de Span.

La denominación de "seguimiento" o tracking quiere decir, que la frecuencia de la tensión de salida siempre se encuentra centrada en el filtro de paso del analizador de espectros. Armónicos de la señal, que hayan sido generados en el mismo generador de seguimiento o en el analizador de espectros, se encuentran de este modo fuera del rango de paso del filtro en el analizador de espectros. De este modo, sólo se presenta la frecuencia fundamental del generador de seguimiento sobre la pantalla. Medidas en respuesta de frecuencia en un margen muy amplio son asi posibles, sin influenciar las medidas a causa de insuficiencias espectrales del generador. La sensibilidad del sistema está limitada por el ruido propio y por el ancho de banda del filtro del analizador de espectros. El ancho de banda más estrecho utilizable para mediciones se determina mediante la FM residual del generador de seguimiento, así como por la desviación de frecuencia durante el «tracking» entre el generador y el analizador de espectros. Es otra vez decisiva la calidad del oscilador local y además el PLL para el pos direccionamiento de la frecuencia en el generador de seguimiento.

Para las mediciones de frecuencia (ancho de banda) y de atenuación en amplificadores o filtros se activa el generador de seguimiento. Entonces se introduce la tensión de salida del generador de seguimiento al elemento a investigar y la tensión de salida de este elemento se introduce al analizador de espectros. En esta configuración se crea un sistema de medida de frecuencia, vobulado y cerrado en si mismo. Un lazo de control del nivel de salida del generador de seguimiento garantiza la estabilidad de amplitud en la totalidad del margen de frecuencia. El factor de reflexión y la atenuación del retorno se pueden medir mediante este sistema como también la relación de las ondas estacionarias.

Interfaz RS-232 – Control remoto

Atención! Indicaciones de seguridad:
Todas las conexiones del interfaz quedan conectadas de forma galvánica con el equipo y con ello con la conexión de protección (masa).

Las medidas en potenciales elevados no quedan permitidos y ponen en riesgo al usuario, al propio equipo de medida como a los equipos conectados y al interfaz. Omitir las indicaciones de seguridad (ver tambien el párrafo „Seguridad") por parte del usuario, conllevará la anulación de las garantías del equipo HAMEG. Hameg no se responsabiliza de daños causados en personas u otros productos.

Descripción
Este equipo de medida dispone en la parte posterior de un interfaz RS-232, con un conector de 9 polos SUB-D. Mediante esta conexión bidirecional se puede controlar el instrumento, o se pueden recibir parámetros de ajuste o datos de señal de un PC.

Cable RS-232
El cable deberá tener una longitud máxima de 3m, deberá tener un conexionado de relación 1:1 y ser blindado. Las conexiones quedan definidas de la siguiente manera:
Pin
2 Tx Data (Datos del propio equipo a un equipo externo)
3 Rx Data (Datos de un equipo externo al propio equipo)
5 Ground (Potencial de referencia, conexionado a través del equipo de medida y el cable de red con la conexión de protección (masa)
9 +5V Tensión de alimentación para equipos externos (max. 400mA).
La tensión máxima permisible en Pin 2 y 3 es de ±12 Voltios.

Protocolo RS-232
N-8-1 (ningún bit de paridad, 8 bits de datos, 1 bit de paro)
Ajuste de los baudios
Al conectar el equipo de medida se obtiene la configuración básica del interfaz RS-232: 4800 Baud. Con la órden que se describe posteriormente se puede modificar la frecuencia de los baudios a 9600, 38400 ó 115200.

Comunicación de datos
Después de poner en marcha el equipo (POWER UP), este transmite de forma automática en la conexión serie la comunicación "HAMEG HM5012-2" o "HAMEG HM5014-2" con 4800 Baud.

Se adjunta al suministro un soporte de datos que contiene un programa que soporta Windows 95, 98, Me, NT 4.0 (con Servicepack) actual, 2000 y XP. Se pueden obtener actualizaciones de este en internet bajo www.hameg.es .

Ordenes del PC al HM5012-2 / HM5014-2

Construcción general: Cada órden/consulta deberá iniciarse con '#' (23 hex = 35dez) , seguido de dos letras (p.ej. TG paraTracking Generator) . Si se trata de una órden, deberán seguir los parámetros a las letras. Cada órden se termina con la tecla „Enter" (hex: 0x0d). No se diferencia entre la escritura en mayúsculas o minúsculas (zp.ej.: TG = tg). La indicación de la unidad de medida siempre deberá ser clara: (p.ej.: Span siempre en MHz) y no se indicará.

Lista de las órdenes de ajuste:

(E)	=	Tecla Enter;
(CR)	=	Carriage Return (Retorno)
#kl0(E)	=	Key-Lock off (= desconexión del control remoto)
#kl1(E)	=	Key-Lock on (= conexión del control remoto, Remote-LED iluminado)

Las siguientes órdenes sólo se ejecutarán en modo de control remoto (Remote On; kl1).

#tg0(E)	=	Tracking-Generator desactivado
#tg1(E)	=	Tracking-Generator activado
#vf0(E)	=	Video-Filter desactivado
#vf1(E)	=	Video-Filter activado
#tl+01.0(E)	=	Tracking Level de +1,0 dBm
#tl-50.0(E)	=	Desde –50,0 dBm en pasos de 0,2 dB
#rl-30.0(E)	=	Nivel de referencia de -30.0 dBm
#rl-99.6(E)	=	Desde -99.6m dB en pasos de 0,2
#at0(E)	=	Atenuador 0 (10, 20, 30, 40) dB
#bw1000(E)	=	Ancho de banda 1000 (120,9) kHz
#sp1000(E)	=	Span 1000 (1000,500,200,...5,2,1) MHz
#sp0(E)	=	Zerospan
#db5(E)	=	5 dB/Div.
#db10(E)	=	10 dB/Div.
#cf0500.000(E)	=	Frecuencia Central en xxxx,xxx MHz
#dm0(E)	=	Modo Detect OFF (Average, Max. HLD)
#dm1(E)	=	Modo Detect ON (Average, Max. HLD)
#sa(E)	=	Memoriza la señal A en memoria B
#vm0(E)	=	Indicación: señal A
#vm1(E)	=	Indicación: señal B (señal memorizada)
#vm2(E)	=	Indicación: señal A-B
#vm3(E)	=	Indicación: Average (valor mediado)
#vm4(E)	=	Indicación: Max. Hold (valor máximo)
#br4800(E)	=	Frecuencia 4800 (9600, 38400, 115200) Baud
#bm1(E)	=	Transferencia de señal (2048 Bytes), compuesto de: 2001 bytes de señal, 3 bytes de comprobación de sumas y signo de final: 0D (hex)
#rc0(E)	=	Recall (0 a 9)
#sv0(E)	=	Save (0 a 9)

Órdenes especiales para mediciones EMC, sólo utilizable en combinación con Zero-Span:

#es0(E)	=	bloquear „mediciones de 1 segundo"
#es1(E)	=	preparar „mediciones de 1 segundo" (tiempo de medida de 1 segundo; activar Zero-Span y seleccionar un ancho de banda adecuado)
#ss1(E)	=	Inicia una „medición de 1 segundo" con la frecuencia central ajustada y transmite al mismo tiempo los datos de la anterior medición

Nota: Después de recibir y ejecutar una órden, el analizador de espectros contesta con „RD" (CR).

Ejemplo de medición EMC:
#es1(CR) (libera la función), #cfxxxx.xxx(CR), #ss1(CR) (medir, pero no utiliza los datos), #cfxxxx.xxx(CR), #ss1(CR) (medir y utilizar los datos), #cfxxxx.xxx(CR), #ss1(CR), ... , #es0(CR) (bloquea la función).

Consulta de los parámetros (Lista de órdenes de consulta)
Las siguientes consultas se contestan incluso sin tener activado el modo de control remoto (Remote Off; KL0).

Syntax:

#xx(E)	=	envía parámetros de xx (xx = tg, tl, rl, vf, at, bw, sp, cf, db, kl, hm, vn, vm, dm,uc)

Nota:
Con excepción de ...

#hm(E)	=	consulta el tipo de aparato
#vn(E)	=	consulta la versión de firmware
#uc(E)	=	consulta las condiciones de medida (unkalibriert, kalibriert)

. . . quedan descritas las órdenes restantes bajo órdenes de ajuste.

1. ejemplo:
„#uc(E) (sin calibrar)": PC envía #uc(CR). Instrumento contesta con: UC0(CR) (calibrado) o UC1(CR) (sin calibrar)

2. ejemplo:
„#tl(E)", PC consulta el nivel de Tracking-Generator: PC envía #tl(CR). instrumento contesta con: TL-12.4 (CR)

3. ejemplo:
„#vn(E)", PC consulta el número de la versión: PC envía #vn(CR). instrumento contesta con: x.xx(CR) x.xx por ejemplo: 1.23

4. ejemplo:
„#hm(E)", PC consulta el tipo de aparato: PC envía #hm(CR). instrument contesta con: 5014-2 (CR) o 5012-2

5. ejemplo:
PC envía una secuencia de órdenes al analizador:

#kl1(E)	=	Activa „Remote".
#cf0752.000(E)	=	Ajusta la frecuencia central en 752 MHz
#sp2(E)	=	Ajusta el Span a 2 MHz
#bw120(E)	=	Ajusta el ancho de banda a 120 kHz
#kl0(E)	=	Conmuta a uso manual

Las órdenes #tg y #tl no quedan incluidas en las ordenes disponibles del HM5012-2. Si no se reconoce una órden enviada, el HM5012-2 o HM5014-2 no envía ninguna respuesta al PC (ningún RD (CR) o entrega de parámetros).

Descripción exhaustiva de la órden #bm1

#BM1(CR)	=	Block-Mode (transmite 2048 bytes de datos via interfaz RS-232)

Los datos de transmisión se componen de 2048 Bytes: trans_byte [0] hasta trans_byte [2047]. Estos 2048 bytes de datos contienen 2001 bytes de señal, los parámetros de la frecuencia central y una suma chequeo de los bytes de señal.

Los datos de señal ocupan los siguientes bytes de datos de transmisión:
trans_byte[n] = sig_data[n] (n = 0 hasta n = 2000):
trans_byte[0] = sig_data[0]

trans_byte [2000] = sig_data[2000]
La suma de chequeo es un valor de 24 Bit (= 3 Bytes) y se genera de la siguiente manera: Suma de chequeo = sig_data[0] + sig_data[1] + ... sig_data[1999] + sig_data[2000] (=suma de todos los datos de señal)

La suma de chequeo de 24 bit ocupa los siguientes bytes de datos de transferencia:
trans_byte[2044] = 1.Byte de suma de chequeo [MSB]
trans_byte[2045] = 2.Byte de suma de chequeo
trans_byte[2046] = 3.Byte de suma de chequeo [LSB]

Los parámetros de la frecuencia central ocupan los siguientes datos de transferencia:
trans_byte [2016] = 'C'; trans_byte [2017] = 'F'; trans_byte [2018] = 'x';

trans_byte [2019] = 'x'; trans_byte [2020] = 'x'; trans_byte [2021] = 'x';
trans_byte [2022] = '.'; trans_byte [2023] = 'x'; trans_byte [2024] = 'x';
trans_byte [2025] = 'x'; (x= '0' to '9') ejemplo: CF0623.450
(Estos bytes no se utilizan en el cálculo de la suma de chequeo)
El último signo es siempre un CR (Carriage Return = retorno de carro)
trans_byte[2047] = 0D hex (Carriage Return)
Todos los otros bytes „libres" se posicionan en 00 hex.

Relación de los datos de señal con la presentación en el tubo de rayos catódicos (TRC)

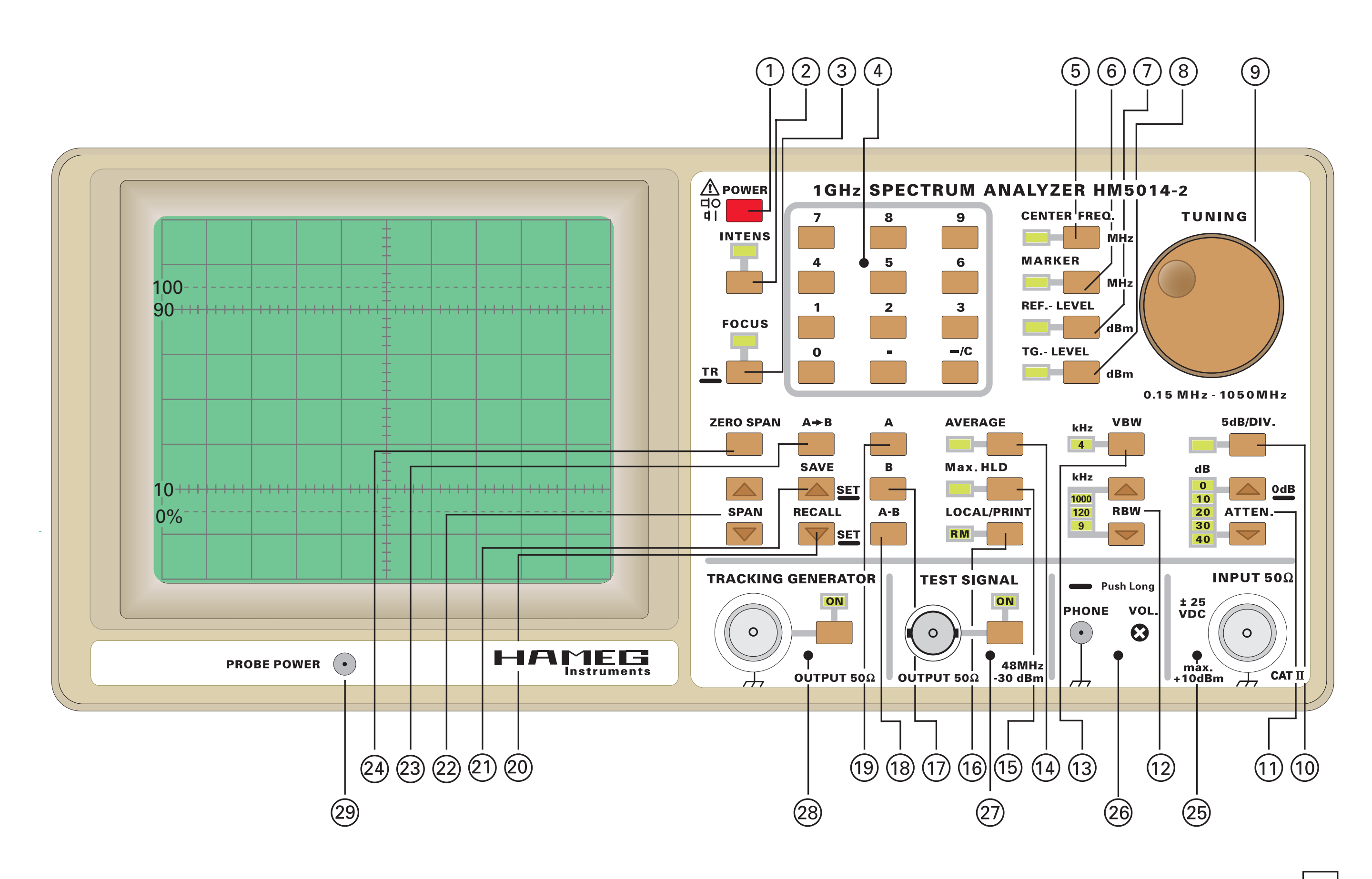
Los datos de señal son el resultado de 2001 conversiones analógico/digitales durante un barrido.

Posición X: el primer byte „sig_data[0]" se corresponde al primer punto en la pantalla del TRC, y que coincide con la línea izquierda del reticulado. Todos los otros bytes siguen de forma lineal hasta sig_dat[2000], el cual coincide con la linea más a la derecha de la retícula. La frecuencia de los puntos individuales se puede determinar de la frecuencia central y el pan.

Frecuencia(x) = (Frecuencia central – 0.5 * Span) + Span * x/2000
X = 0... 2000 (Posición del punto = sig_data[x])

Posición Y: El valor de 8 Bit (hex: 00 hasta FF) de cada célula de memoria de sig_data[x] tiene la siguiente relación con la señal de vídeo:
1C hex (28 dez): coincide con la línea de retícula inferior
E5 hex (229 dez): coincide con la línea de retícula superior (se corresponde con Ref-Level (nivel de referencia)).
La resolución en dirección Y es de 25 puntos por reticulación (corresponde a 10 dB con 10dB/Div).
Por punto resulta ser 0.4 dB con 10dB/Div y 0.2 dB con 5dB/Div.

Se puede calcular el nivel de un punto (y):
Para y <= 229 (Ref-Levelposition):
Level en dBm (y) = ref-level (dBm) – ((229-y) x 0.4 dB) con 10dB/Div
Para y > 229 (Ref-Levelposition):
Level en dBm (y) = ref-level (dBm) + ((y-229) x 0.4 dB) con 10dB/Div







Oscilloscopes



Spectrum-Analyzer



Power Supplies

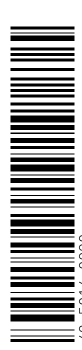


Modular system
8000 Series



Programmable Instruments
8100 Series

authorized dealer



www.hameg.de

Subject to change without notice
42-5014-0230/03-11-2004-gw

DQS-Certification: DIN EN ISO 9001:2000
Reg.-Nr.: 071040 QM

HAMEG GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Tel +49 (0) 61 82 800-0
Fax +49 (0) 61 82 800-100
sales@hameg.de